

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

**PRA RENCANA PABRIK
ALUMINIUM SULFAT DARI BAUKSIT DAN ASAM
SULFAT DENGAN PROSES DORR
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI



PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

CALL No:

No. Reg

Tanggal :

Jumlah :

Copies :

Disusun Oleh :

TIMUR FITRA JAYA 06.14.005

ANDHI SETYA BUDI 06.14.023

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
APRIL 2011**

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

PERPUSTAKAAN INSTITUT TEKNOLOGI MALANG	
CALL No.:	
Author:	
Title:	
Series:	

LEMBAR PERSETUJUAN

**PRA RENCANA PABRIK
ALUMINIUM SULFAT DARI BAUKSIT DAN ASAM SULFAT
DENGAN PROSES DORR
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai syarat guna menempuh ujian Sarjana
Pada Jenjang Strata 1 (S-1)
Di Institut Teknologi Nasional Malang**

Disusun Oleh :

Timur Fitra Jaya 06.14.020

Andhi Setya Budi 06.14.023

Malang, April 2011

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia
Institut Teknologi Nasional Malang**



**Ir. Muyassaroh, MT
NIP. Y. 1039700306**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**

**Ir. Muyassaroh, MT
NIP. Y. 1039700306**

LEMBAR PERSETUJUAN
PRA RENCANA PABRIK
ALUMINIUM SULFAT DARI BAKSIT DAN ASAM SULFAT
DENGAN PROSES BORR
KAPASITAS 60.000 TON TAHUN

SKRIPSI

Dijadikan sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana
Pada Jenjang Strata I (S-1)
Di Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

Timur Fita Jaza 06.14.020
Andri Setya Budi 06.14.023

Malang, April 2011

Mengetujui
Dosen Pembimbing


Ir. Muzassarob, MT
NIP. Y. 1039700306

Mengetujui
Ketua Jurusan Teknik Kimia
Institut Teknologi Nasional Malang


Ir. Muzassarob, MT
NIP. Y. 1039700306

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**


Nama Mahasiswa : **Timur Fitra Jaya**
N I M : **06.14.020**
Jurusan / Program Studi : **Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1**
Judul Skripsi : **PRA RENCANA PABRIK ALUMINIUM SULFAT
DARI BAUKSIT DAN ASAM SULFAT DENGAN
PROSES DORR KAPASITAS 60.000
TON/TAHUN**

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi jenjang Strata Satu (S-1)
pada :


Hari : **Selasa**
Tanggal : **8 Februari 2011**
Nilai : **B+**

Panitia Ujian Skripsi

Ketua


Ir. Muyassaroh, MT
NIP. Y. 1039700306

Sekretaris


M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP. Y. 1030400400

Penguji I


Ir. Harimbi Setyawati, MT
NIP. 196303071992032002

Anggota Penguji :

Penguji II


Rini Kartika Dewi, ST.
NIP. P. 1030100370

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
BERITA ACARA ULIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Timor Fira Jara
NIM : 00144030
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1
Judul Skripsi : PERENCANAAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT
DARI BAKSIT DAN ASAM SULFAT BERGAS
PROSES DORR KLASITAS 60.000
TONTAHUN

Dipertahankan dihadapan Tim Pengji Ujian Skripsi Jurusan Kimia (S-1)
pada :
Hari : Selasa
Tanggal : 8 Februari 2011
NIM : 199

Panitia Ujian Skripsi

Sekretaris

Ketua

M. Ismaning Hadjar, ST, MT
NIP. Y. 1059400400

Dr. Anasasrah MT
NIP. Y. 1030708300

Anggota Pengji :

Pengji II

Pengji I

Rini Kartika Dewi, ST
NIP. R. 1030100370

Dr. Harimbi Setiawan, MT
NIP. 10030307100202003

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : **Andhi Setya Budi**
N I M : **06.14.023**
Jurusan / Program Studi : **Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1**
Judul Skripsi : **PRA RENCANA PABRIK ALUMINIUM SULFAT
DARI BAUKSIT DAN ASAM SULFAT DENGAN
PROSES DORR KAPASITAS 60.000
TON/TAHUN**

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi jenjang Strata Satu (S-1)
pada :

Hari : **Selasa**
Tanggal : **8 Februari 2011**
Nilai : **B+**

Panitia Ujian Skripsi

Ketua



Ir. Muyassaroh, MT
NIP. Y. 1039700306

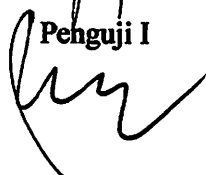
Sekretaris



M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP. Y. 1030400400

Anggota Penguji :

Penguji I



Ir. Harimbi Setyawati, MT
NIP. 196303071992032002

Penguji II



Rini Kartika Dewi, ST.
NIP. P. 1030100370

PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama: : **Timur Fitra Jaya**

N I M : **06.14.020**

Jurusan / Program Studi : **Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1**

Fakultas : **Teknologi Industri**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul :

**“PRA RENCANA PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI BAUKSIT
DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES DORR
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”**

adalah skripsi hasil karya sendiri, bukan merupakan cuplikan serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, kecuali yang tidak disebutkan dari sumber aslinya

Malang, April 2011

Yang membuat pernyataan,

Timur Fitra Jaya

PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama: : **Andhi Setya Budi**

N I M : **06.14.023**

Jurusan / Program Studi : **Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1**

Fakultas : **Teknologi Industri**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul :

**“PRA RENCANA PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI BAUKSIT
DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES DORR
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”**

adalah skripsi hasil karya sendiri, bukan merupakan cuplikan serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, kecuali yang tidak disebutkan dari sumber aslinya

Malang, April 2011

Yang membuat pernyataan,

Andhi Setya Budi

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT karena atas berkat dan rahmat-Nya, maka penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul ***“Pra Rencana Pabrik Aluminium Sulfat Dari Bauksit Dan Asam Sulfat Dengan Proses Dorr Kapasitas Produksi 60.000 Ton/Tahun”***.

Skripsi ini diajukan sebagai syarat guna menempuh ujian Sarjana Jenjang Strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Kimia ITN Malang.

Atas terselesainya skripsi ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE., selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Sidik Noertjahjono, MT., selaku Dekan FTI ITN Malang.
3. Ibu Ir. Muyassaroh, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia ITN Malang.
4. Ibu Ir. Muyassaroh, MT., selaku Dosen Pembimbing.
5. Kedua orang tua dan *“eCalist”* yang telah memberikan dorongan, semangat dan doa.
6. Teman – teman angkatan 2006 dan semua pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu, yang telah membantu hingga skripsi ini bisa terselesaikan.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Akhir kata penyusun berharap skripsi ini dapat berguna bagi penyusun secara pribadi maupun pembaca sekalian khususnya di bidang ilmu Teknik Kimia.

Malang, April 2011

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
ABSTRAKSI.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
BAB II SELEKSI DAN URAIN PROSES.....	II-1
BAB III NERACA MASSA.....	III-1
BAB IV NERACA PANAS.....	IV-1
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	V-1
BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA.....	VI-1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	VII-1
BAB VIII UTILITAS.....	VIII-1
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	IX-1
BAB X STRUKTUR DAN ORGANISASI PERUSAHAAN.....	X-1
BAB XI ANALISA EKONOMI.....	XI-1
BAB XII KESIMPULAN.....	XII-1
DAFTAR PUSTAKA	

APPENDIK

APPENDIK A.....	APP A-1
APPENDIK B.....	APP B-1
APPENDIK C.....	APP C-1
APPENDIK D.....	APP D-1
APPENDIK E.....	APP E-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2.1	Diagram Alir Pembuatan Aluminium Sulfat dengan Proses Dorr.....	II-4
Gambar 9.1.	Peta Lokasi Pabrik Aluminium Sulfat.....	IX-6
Gambar 9.2.	Master Plant Lay Out Aluminium Sulfat.....	IX-9
Gambar 9.3.	Pilot Plant Lay Out Aluminium Sulfat.....	IX-12
Gambar 10.1.	Struktur Organisasi Pabrik Aluminium Sulfat.....	X-23
Gambar 11.1.	BEP Pra Rencana Pabrik Aluminium Sulfat.....	XI-12

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Ekspor Import Aluminium Sulfat di Indonesia.....	I-2
Tabel 1.2.	Produksi Konsumsi Aluminium Sulfat di Indonesia.....	I-2
Tabel 7.1.	Instrument Peralatan Pabrik.....	VII-4
Tabel 7.2.	Alat Keselamatan Kerja pada Pabrik.....	VII-12
Tabel 10.1.	Jadwal Kerja Karyawan Shift.....	X-14
Tabel 10.2.	Jabatan dan Tingkat Pendidikan Tenaga Kerja.....	X-17
Tabel 10.3.	Daftar Upah (Gaji) Karyawan.....	X-20
Tabel D.1.	Kebutuhan Air Sanitasi.....	APP D-2
Tabel D.2.	Kebutuhan Air Pendingin.....	APP D-3
Tabel D.3.	Kebutuhan Steam.....	APP D-4
Tabel D.3.	Kebutuhan Air Proses.....	APP D-8
Tabel D.4.	Kebutuhan Total Air yang Disuplai.....	APP D-8
Tabel D.5.	Pemakaian Listrik Pada Peralatan Proses.....	APP D-120
Tabel D.6.	Pemakaian Listrik Pada Pengolahan Air.....	APP D-121
Tabel D.6.	Pemakaian Listrik Untuk Penerangan.....	APP D-122
Tabel E.1.	Indeks Harga Alat.....	APP E-1
Tabel E.2.	Daftar Harga Peralatan Proses Pada Tahun 2014.....	APP E-5
Tabel E.4.	Harga Peralatan Utilitas tahun 2014.....	APP E-6
Tabel E.5.	Daftar Gaji Karyawan.....	APP E-10

ABSTRAKSI

Aluminium Sulfat merupakan salah satu bahan kimia yang digunakan untuk proses pengolahan limbah industri dan proses penjernihan air yang nantinya akan menciptakan lingkungan yang asri yang sehat bagi lingkungan sekitarnya. Dalam industri Kimia Organik, Aluminium Sulfat dikenal dengan Tawas yaitu senyawa kimia yang terdiri dari aluminium yang berkaitan dengan sebuah kation dan sulfat dan mempunyai rumus kimia $Al_2(SO_4)_3$ dan berat molekulnya 342,155 gr/gmol yang berupa serbuk dengan kemurnian 90% berwarna putih. Aluminium juga digunakan dalam proses pembuatan kertas. Selain untuk pemenuhan konsumsi dalam negeri juga untuk ekspor ke beberapa negara seperti Malaysia, Singapura dan Hongkong.

Pabrik Aluminium Sulfat ini direncanakan didirikan di Pulau Bintan, Kepulauan Riau dengan kapasitas 60.000 ton/tahun. Proses operasi yang digunakan adalah sistem kontinu dengan waktu operasi 330 hari/tahun dan 24 jam/hari. Bentuk perusahaan adalah perseroan terbatas (PT) dan struktur organisasi berbentuk garis dan staff. Dari hasil analisa ekonomi didapatkan harga TCI Rp. 128.774.702.263,88; ROI_{BT} 54,7612 %; ROI_{AT} 38,3328 %; POT 2,068 tahun; BEP 45,6183 %; IRR 27,70 %.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri Aluminium sulfat yang tercangkup dalam industri kimia organik yang dalam nama dagang di sebut tawas adalah senyawa kimia yang terdiri dari aluminium yang berkaitan dengan sebuah kation dan sulfat yang mempunyai rumus kimia $Al_2(SO_4)_3$ dan berat molekulnya 342,155 gr/gmol dan berupa serbuk dengan kemurnian 90% putih mempunyai peluang yang sangat baik untuk perkembangan mengingat bahan bakunya tersedia di dalam negeri dan peluang ekspor cukup tinggi karena kebutuhan dalam negeri dan luar negeri cukup meningkat.

1.2. Perkembangan Industri Aluminium sulfat

Industri Aluminium sulfat di pelajari pada atau selama perang dunia ke II. Aluminium sulfat didirikan beberapa tahun sebelum perang dunia ke II, sehingga pada tahun 1950 telah dapat di produksi di Amerika, pada tahun 1976 telah terdapat 81 pabrik yang memproduksi Aluminium sulfat. Setiap tahun produksi Aluminium sulfat semakin meningkat, ini menunjukan konsumen Aluminium sulfat bukan hanya Amerika serikat, tetapi juga beberapa negara lain. Di mesir Aluminium sulfat digunakan sebagai warna dan bahan obat-obatan. Di Romawi Aluminium sulfat digunakan untuk memadamkan api pada mesin.

Di indonesia Aluminium sulfat merupakan salah satu bahan kimia yang di gunakan untuk proses pengolahan limbah industri dan proses penjernian air.

Dengan demikian pra perancangan pabrik Aluminium sulfat yang akan kami dirikan dapat digunakan sebagai salah satu bahan kimia untuk pengolahan limbah yang nantinya akan menciptakan lingkungan yang asri dan sehat bagi lingkungan sekitarnya. Aluminium juga dapat digunakan untuk proses pembuatan kertas. Selain untuk pemenuhan konsumsi dalam negeri juga untuk ekspor ke beberapa negara seperti Malaysia, Singapura dan Hongkong. Untuk memenuhi kebutuhan Aluminium sulfat yang mempunyai kualitas tertentu yang diperlukan oleh suatu industri, Indonesia mengespor Aluminium sulfat dari beberapa negara, yaitu Jepang, Australia, dan Amerika. Data impor Aluminium sulfat pada beberapa tahun dapat di lihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1. Ekspor Impor Aluminium sulfat di Indonesia

Tahun	Ekspor (kg)	Import (kg)
2004	600.000	199.000
2005	276.400	227.000
2006	453.000	150.700
2007	673.990	185000
2008	980.000	196.000

Sumber : BPS Jawa Timur Surabaya

Tabel 1.2 Produksi dan Konsumsi Aluminium sulfat di Indonesia

Tahun	Konsumsi (kg)	Produksi (kg)
2004	363.600	170.775
2005	49.400	241.409
2006	302.300	189.164
2007	488.990	178.706
2008	784.000	117.033

Sehingga dari table 1.1 dan 1.2 dapat diperoleh % kenaikan rata-rata Import, Ekspor, Konsumsi dan Produksi industri Aluminium sulfat di Indonesia sebesar 0,0352; 0,0354; 0,1423 dan 1,1914.

1.3. kegunaan Aluminium sulfat

Produk Aluminium sulfat mempunyai beberapa kegunaan yang cukup berarti bagi industri kimia dan sangat beragam, antara lain:

- a. Waste water treatment process
- b. Pada industri kertas
 - Klasifikasi air proses
 - Pengontrolan pH pada kertas
 - Penataan warna (pencelupan)
 - Melarutkan resin ke dalam ukuran fiber kertas (penataan ukuran)
- c. Kegunaan yang lain
 - Isolasi selulosa
 - Pembuatan bahan-bahan kimia
 - Katalis
 - Bidang obat-obatan
 - Sabun dan lemak

1.4. Sifat bahan baku dan produk

1.4.1. Bahan baku

Pada pembuatan Aluminium sulfat digunakan bahan baku bauksit dan asam sulfat serta bahan pembantu black ash (Barium Sulfat).

Sehingga dari table 1.1 dan 1.2 dapat diperoleh 90 kenaikan rata-rata impor Ekspor, Konsumsi dan Produksi Industri Aluminium sulfat di Indonesia sebesar

0.0323; 0.0324; 0.1423 dan 1.1914.

1.3. Kegunaan Aluminium sulfat

Produk Aluminium sulfat mempunyai beberapa kegunaan yang cukup berarti bagi industri kimia dan sangat beragam antara lain:

- a. Waste water treatment process
- b. Pada industri kertas
 - Kalsifikasi air proses
 - Pengontrolan pH pada kertas
 - Pewarnaan warna (pencetakan)
 - Melatinkan resin ke dalam ukuran fiber kertas (pencetakan ukuran)
- c. Kegunaan yang lain
 - Isolasi selulosa
 - Pembuatan bahan-bahan kimia
 - Katalis
 - Bidang obat-obatan
 - Sabun dan lemak

1.4. Sifat bahan baku dan produk

1.4.1. Bahan baku

Pada pembuatan Aluminium sulfat digunakan bahan baku bauksit dan asam sulfat serta bahan pembantu black ash (Barium sulfat).

A. Bauksit

Bauksit dapat digunakan dalam pembuatan Aluminium sulfat mempunyai kandungan secara umum sebagai berikut :

Al_2O_3 : 45 – 65%

SiO_2 : 1 – 12%

Fe_2O_3 : 2 – 25%

H_2O : 14 – 36%

Sedangkan bauksit yang diperoleh dari Pulau Bintan Propinsi Riau adalah sebagai berikut :

Al_2O_3 : 54%

SiO_2 : 10%

Fe_2O_3 : 5%

H_2O : 31%

Sifat fisika

Bentuk : padatan

Warna : putih, abu-abu, coklat, hijau

Spesifik gravity : 1,3-3,7

B. Aluminium Oksida

Sifat Kimia

Rumus kimia : Al_2O_3

Berat molekul : 101,96

Sifat Fisika

Bentuk : padatan

Warna	: putih
Spesifik gravity	: 3,95 g/cm ³
Kristal	: hexagonal
Titik didih	: 2.977 °C
Titik lebur	: 2.072 °C

C. Besi(III)Oksida

Sifat Kimia

Rumus kimia	: Fe ₂ O ₃
Berat molekul	: 169,69
Keterangan	: Higroskopis

Sifat Fisika

Bentuk	: padatan
Warna	: putih
Spesifik gravity	: 5.242 g/cm ³
Titik lebur	: 1566 °C

D. Silikon dioksida

Sifat Kimia

Rumus kimia	: SiO ₂
Berat molekul	: 60,08

Sifat Fisika

Bentuk	: Serbuk
Warna	: putih
Spesifik gravity	: 2.634 g/cm ³

Titik didih : 2230 °C
 Titik lebur : 1650(±75) °C

E. Besi (II) Sulfat

Sifat Kimia

Rumus kimia : Fe₂SO₄
 Berat molekul : 169.92

Sifat Fisika

Bentuk : Kristal
 Warna : putih
 Spesifik gravity : 2.84 g/cm³
 Titik lebur : 400 °C

F. Asam sulfat

Sifat kimia

Rumus kimia : H₂SO₄
 Berat : 98
 Kelarutan : larut dalam air

Sifat fisika

Bentuk : cairan
 Warna : tidak berwarna
 Spesifik gravity : 1,84 g/cm³
 Spesifik heat : 0,34 Cal/gr °C
 Titik didih : 337 °C
 Titik lebur : 10 °C

1.4.2. Bahan pembantu

A. Black Ash (Barium Sulfat)

Sifat kimia

Rumus kimia : BaS
Berat molekul : 169,4

Sifat fisika

Warna : abu- abu
Bentuk : serbuk
Spesifik gravity : 4.25

1.4.3. Produk

A. Aluminium sulfat

Sifat kimia

Rumus kimia : $Al_2(SO_4)_3$
Berat molekul : 342,155 g/gmol

Sifat fisika

Bentuk serbuk : Kristal
Warna : putih
Spesifik gravity : 2.672 g/cm³
Titik Lebur : 770 °C

1.2. Penentuan Kapasitas

Kapasitas produksi suatu pabrik perlu direncanakan terlebih dahulu dalam mendirikan pabrik, hal tersebut dilakukan untuk mengantisipasi permintaan baik dalam negeri serta mengurangi laju impor Aluminium Sulfat dalam negeri. Pabrik

Aluminium Sulfat direncanakan didirikan pada tahun 2015 dengan peluang kapasitas yang ditujukan untuk menutupi nilai impor dari luar negeri. Untuk menghitung kapasitas menggunakan rumus :

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

Dimana :

M_1 = Nilai Import

M_2 = Produksi Pabrik dalam negeri

M_3 = Kebutuhan Produk pada tahun ke-n

M_4 = Nilai Eksport

M_5 = Konsumsi dalam negeri

Dengan menggunakan rumus :

$$M = P (1+i)^n$$

Dimana : M = peluang kapasitas pada tahun yang diinginkan

P = data terakhir

i = tingkat kebutuhan

n = selisih tahun 2010 dan 2015 (5 tahun)

$$\text{Import} : M_1 = P (1+i)^n = 196.000 (1 + 0,0354)^5 = 233.188, 2775 \text{ Kg}$$

$$\text{Produksi} : M_2 = P (1+i)^n = 117.033 (1 + 0,1423)^5 = 227.591, 9891 \text{ Kg}$$

$$\text{Konsumsi: } M_5 = P (1+i)^n = 784000 (1 + 1,1914)^5 = 39.622.313,7040 \text{ Kg}$$

Pada pabrik ini diencanakan nilai Eksport 30% dari kapasitas pabrik, sehingga :

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

$$233.188, 2775 + 227.591, 9891 + M_3 = 0,3M_3 + 39.622.313,7040$$

$$M_3 = \frac{39.622.313,704 - 227.591,9891 - 233.188,2775}{0,7}$$

Aluminium 2011a direncanakan dibagikan pada tahun 2012 dengan peluang kapasitas yang ditunjukkan untuk menutupi nilai impor dari luar negeri. Untuk menghitung kapasitas menggunakan rumus :

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

Dimana :

M_1 = Nilai impor

M_2 = Produksi Pabrik dalam negeri

M_3 = Kebutuhan Produk pada tahun ke-n

M_4 = Nilai Ekspor

M_5 = Konsumsi dalam negeri

Unggah menggunakan rumus :

$$M = P (1+i)^n$$

Dimana : M = peluang kapasitas pada tahun yang diinginkan

P = data terakhir

i = tingkat kebutuhan

n = selisih tahun 2010 dan 2012 (2 tahun)

Impor : $M_1 = P (1+i)^n = 100.000 (1 + 0.0324)^2 = 233.188.2275 \text{ Kg}$

Produksi : $M_2 = P (1+i)^n = 117.033 (1 + 0.1453)^2 = 257.291.0801 \text{ Kg}$

Konsumsi : $M_3 = P (1+i)^n = 784000 (1 - 1.1014)^2 = 30.022.313.7040 \text{ Kg}$

Pada pabrik ini direncanakan nilai Ekspor 30% dari kapasitas pabrik sehingga :

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

$$233.188.2275 + 257.291.0801 + 30.022.313.7040 = 0.3M_4 + M_5$$

$$M_5 = \frac{30.022.313.7040 - 233.188.2275 - 257.291.0801}{0.7}$$

$$= 55.945.047,7677 \text{ Kg}$$

$$= 55.945,0478 \text{ Ton}$$

Jadi berdasarkan data tersebut diatas, maka pada perancangan pabrik Aluminium Sulfat ini yang akan didirikan tahun 2015 di ambil kapasitas produksi sebesar 60.000 ton/tahun.

BAB II

URAIAN PROSES

II.1. Proses yang digunakan

Dalam pembuatan Aluminium sulfat dari bahan bauksit dan asam sulfat dibuat dengan menggunakan satu proses, yaitu :

1. proses dorr

II. Uraian proses

Dalam pembuatan Aluminium sulfat dari bahan bauksit dan asam sulfat dibuat dengan menggunakan satu proses, yaitu proses dorr. Proses ini di bagi menjadi 4 tahapan proses, yaitu :

1. tahapan penyiapan bahan baku
2. tahapan reaksi
3. tahapan pemisahan dan pemurnian
4. tahapan penanganan produk

II.2.1 Tahapan penyiapan bahan baku

II.2.1.1. Tahapan penyiapan bahan baku

Bauksit

Bauksit dari storage (F-111A) diangkut dengan belt conveyor (J-112A) menuju roll crusher (C-113) untuk dipotong lebih kecil. Hasil dari roll crusher diangkut dengan bucket elevator (J-114A) menuju ball mill (C-115) untuk diperkecil ukurannya menjadi 200 mesh. Hasil dari ball mill (C-115) di masukan dalam

BAB II

URAIAN PROSES

11.1. Proses yang digunakan

Dalam pembuatan Aluminium sulfat dari bahan bauksit dan asam sulfat dibuat

dengan menggunakan satu proses yaitu :

1. proses dor

11. Urain proses

Dalam pembuatan Aluminium sulfat dari bahan bauksit dan asam sulfat dibuat

dengan menggunakan satu proses yaitu proses dor. Proses ini di bagi menjadi 4

tahapan proses yaitu :

1. tahapan penyipan bahan baku

2. tahapan reaksi

3. tahapan pemisahan dan pembersihan

4. tahapan penanganan produk

11.2.1 Tahapan penyipan bahan baku

11.2.1.1 Tahapan penyipan bahan baku

Bauksit

Bauksit dari storage (F-111A) diturunkan dengan belt conveyor (U-112A) menuju

roll crusher (C-113) untuk dipotong lebih kecil. Hasil dari roll crusher dituangkan

dengan bucket elevator (U-114A) menuju ball mill (C-112) untuk diperkecil

ukurannya menjadi 200 mesh. Hasil dari ball mill (C-112) di masukkan dalam

screening (H-116) hingga 80% lolos ayakan. Hasil dari screen diangkut dengan bucket elevator (J-114B) menuju bin bauksit untuk di tampung sementara sebelum masuk ke reaktor I .

Asam sulfat

Asam sulfat yang digunakan mempunyai kemurnian 80% dengan suhu sebesar 30°C, kemudian dialirkan dengan pompa (L-118) menuju heater (E-119) untuk dinaikkan suhunya menjadi 110° C. Hasil dari heater tersebut dimasukkan kedalam reaktor I (R-110).

II.2.1.2. Tahapan penyimpanan bahan pembantu.

BaS dari stroge (F-121A) di angkut dengan bucket elevator (J-123) untuk ditampung sementara di dalam bin, kemudian hasilnya diangkut dengan bucket elevator (J-123) menuju bin kemudian dimasukkan kedalam reaktor II (R-120).

II.2.2. Tahap reaksi

Pada tahap ini bauksit direaksikan dengan asam sulfat 80% di reaktor I dengan konversi reaksi 92%. Reaksi yang terjadi pada reaktor I adalah:



Waktu reaksi membentuk Aluminium sulfat selama 1 jam dengan suhu 110°C. Slurry campuran bauksit dan asam sulfat yang dihasilkan masih mengandung berbagai macam impuritis, baik yang larut maupun yang tidak larut.

ascending (H-110) hingga 80% fotos yvakan. Hasil dari proses diangkat dengan bucket elevator (L-114B) menuju bin bukit di tangkai sementara sebelum masuk ke reaktor I.

Asam sulfat

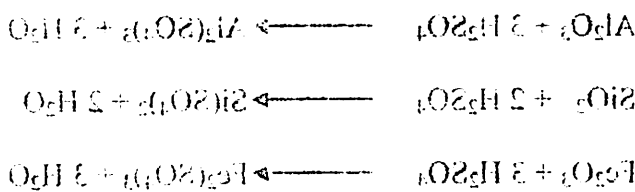
Asam sulfat yang digunakan mempunyai konsentrasi 80% dengan suhu sebesar 30°C. Kemudian dialirkan dengan pompa (L-118) menuju heater (E-119) untuk dinaikkan suhunya menjadi 110°C. Hasil dari heater tersebut dimasukkan kedalam reaktor I (R-110).

H.2.1.2. Tahapan penyimpangan bahan pembantu

Bas dari storage (E-117A) di angkat dengan bucket elevator (L-122) untuk ditampung sementara di dalam bin, kemudian hasilnya dituangkan dengan bucket elevator (L-123) menuju bin kemudian dimasukkan kedalam reaktor II (R-120).

H.2.2. Tahap reaksi

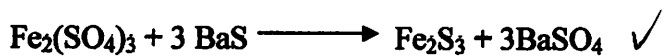
Pada tahap ini bukit dioksidasi dengan asam sulfat 80% di reaktor I dengan konversi reaksi 92%. Reaksi yang terjadi pada reaktor I adalah:



Waktu reaksi membentuk Aluminium sulfat selama 1 jam dengan suhu 110°C. Suhu campuran bukit dan asam sulfat yang dihasilkan masih mengandung beberapa macam impuritas, baik jenis maupun yang tidak larut.

Hasil dari reaktor I (R-110) di pompa (L-125) menuju cooler untuk didinginkan. Sehingga suhu bahan yang masuk ke reaktor II (R-120) adalah 100° C. Pada reaktor II (R-120) juga di tambah BaS, untuk mereduksi ferrisulfat.. Waktu reaksi selama 1 jam suhu 100⁰C tekanan 1 atm dengan konversi reaksi 92%.

Reaksi yang terjadi direaktor II :



II.2.3. Tahapan pemisahan dan pemurnian

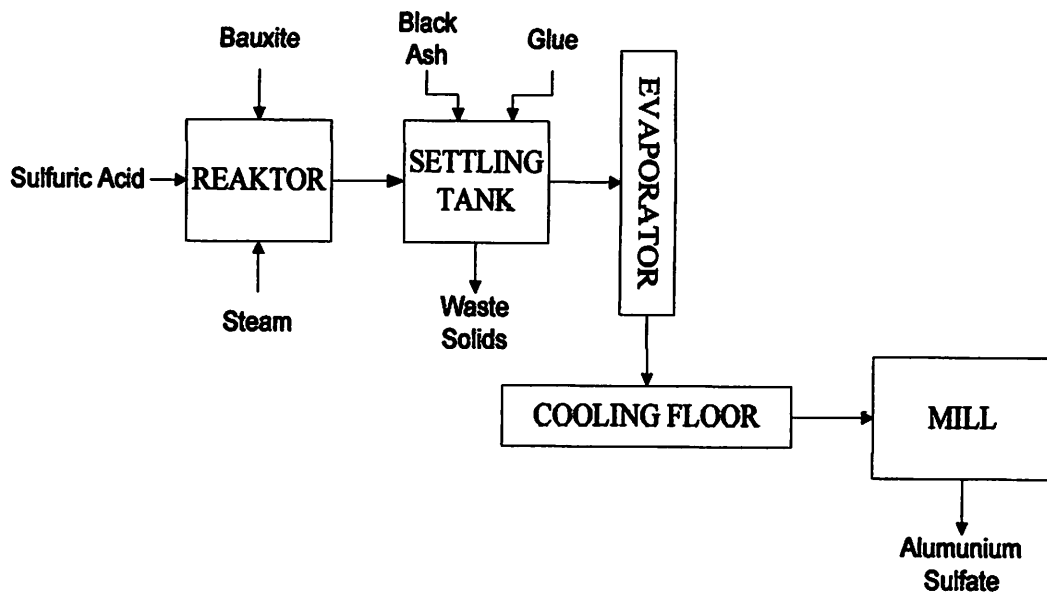
Hasil dari reaktor II (R-120) kemudian di masukkan kedalam Rotary Vacuum Filter (H-132) tujuannya untuk memisahkan antara cake dan filtratnya. Filtrat yang dihasilkan langsung di buang sebagai waste, sedangkan cake yang keluar dari Rotary Vacuum Filter (H-132) dimasukkan dalam clarifier (H-133) terjadi pengendapan zat-zat yang mengandung $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, kemudian bahan yang mengandung $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dimasukkan dalam evaporator (V-130) untuk dipekatkan konsentrasinya. Bahan yang keluar dari evaporator (V-130) dimasukkan kedalam kristalizer (X-140) untuk memperoleh bahan dalam bentuk kristal, setelah itu bahan masuk ke dalam centrifuge (H-142) untuk memisahkan bahan dalam keadaan kristal dan larutan. Bahan yang mengandung larutan dibuang ke waste sedangkan bahan yang terkristalkan dimasukkan ke dalam ball mill (C-144) untuk disesuaikan ukurannya.

II.2.3. Tahapan penanganan produk

Padatan Alumunium sulfat diangkut dengan belt conveyer (J-143A) menuju ball mill (C-144) untuk diperoleh kristal Alumunium sulfat. Hasil dari ball mill (C-

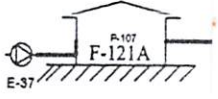
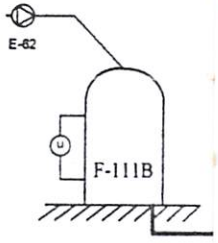
144) di masukkan kedalam screen (H-145) untuk diperoleh ukuran yang seragam, kemudian alumunium sulfat diangkut dengan bucket elevator (J-146) menuju silo (P-148) untuk disimpan dan selanjutnya dikemas dan siap untuk dipasarkan.

Blok diagram pembuatan Alumunium Sulfat dengan proses Dorr :



CW

WP



WVR

SC

W

12	LI	LEVEL INDICATOR
11	TC	TEMPERATURE CONTROLLER
10	WP	WATER PROCESS
9	CWR	COOLING WATER RETURN
8	SC	STEAM CONDENSAT
7	W	WASTE
6	CW	COOLING WATER
5	S	STEAM
4	▱	SOLID FLOW
3	▱	LIQUID FLOW
2	□	TEMPERATUR
1	◇	MASS FLOW
No	Simbol	KETERANGAN

35	F-149	GUDANG PRODUK	1
34	P-148	PENGEMAS	1
32	F-147	BIN	1
33	J-146	BUCKET CONVEYOR	1
32	H-145	SCREEN	1
31	C-144	BALL MILL	1
30	J-143B	BELT CONVEYOR	1
29	J-143A	BELT CONVEYOR	1
28	H-142	CENTRIFUGE	1
27	L-141	POMPA ROTARY	1
26	X-140	KRISTALIZER	1
25	L-134	POMPA ROTARY	1
24	H-133	CLARIFIER	1
23	H-132	ROTARY VACUUM	1
22	L-131	POMPA ROTARY	1
21	V-130	EVAPORATOR	1
20	E-129	COOLER	1
19	L-125	POMPA ROTARY	1
18	F-124	BIN	1
17	J-123	BUCKET ELEVATOR	1
16	F-122	BELT CONVEYOR	1
15	F-121	GUDANG B&S	1
14	R-120	REAKTOR II	1
13	E-119	HEATER	1
12	F-116	POMPA H2SO4	1
11	F-117	BIN	1
10	H-116	SCREEN	1
9	C-115	BALL MILL	1
8	J-114B	BUCKET ELEVATOR	1
7	J-114A	BUCKET ELEVATOR	1
6	C-113	ROLL CRUSHER	1
5	J-112B	BELT CONVEYOR	1
4	J-112A	BELT CONVEYOR	1
3	F-111B	STORAGE H2SO4	1
2	F-111A	GUDANG B&KST	1
1	R-110	REAKTOR	1
NO	KODE		JUMLAH

Al ₂ O ₃	<p style="text-align: center;">JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI ITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG</p> <p style="text-align: center;">FLOW SHEET</p> <p style="text-align: center;">RENCANA PABRIK ALUMINIUM SULFAT DENGAN PROSES DORR</p> <p style="text-align: center;">DISETUJUI OLEH : DOSEN PEMBIMBING</p> <p style="text-align: center;">E. MUYASSAROHAT</p>
Fe ₂ O ₃	
SiO ₂	
H ₂ O	
H ₂ SO ₄	
BaSO ₄	
Al ₂ (SO ₄) ₃	
SO ₂	
Fe ₂ (SO ₄) ₃	
BaSO ₄	
FeSO ₄	
H ₂ S	
H ₂ O P. AYA SUDI (06 140 20) (06 140 23)	
Flake	
Impuri	
H ₂ O U	
Jumlah	

BAB III

NERACA PANAS

Pabrik = Alumunium Sulfat

Lama Operasi = 24 jam/hari

Waktu Operasi = 330 hari/tahun

Kapasitas produksi = 60000 ton/tahun

$$= \left(60000 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \right) \times \left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \right)$$
$$= 7575,8 \text{ Kg/jam}$$

1 BALL MILL (C-115)

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
Al ₂ O ₃	= 3926,3	Al ₂ O ₃	= 3926,3
Fe ₂ O ₃	= 363,5	Fe ₂ O ₃	= 363,5
SiO ₂	= 727,1	SiO ₂	= 727,1
H ₂ O	= 2254,0	H ₂ O	= 2254,0
Jumlah	= 7270,9	Jumlah	= 7270,9

2 SCREEN (H-116)

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
Al ₂ O ₃	= 3926,3	Al ₂ O ₃	= 3926,3
Fe ₂ O ₃	= 363,5	Fe ₂ O ₃	= 363,5

SiO ₂	=	727,1	SiO ₂	=	727,1
H ₂ O	=	2254,0	H ₂ O	=	2254,0
Total	=	7270,9	Total	=	7270,9

3 REAKTOR I (R-110)

Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)		
Al ₂ O ₃	=	3926	Al ₂ O ₃	=	251,3
H ₂ SO ₄	=	10852	Al ₂ (SO ₄) ₃	=	9697,0
SiO ₂	=	727	SiO ₂	=	46,5
Fe ₂ O ₃	=	364	Si(SO ₄) ₂	=	1961,5
H ₂ O	=	2254,0	Fe ₂ O ₃	=	21,9
			Fe ₂ (SO ₄) ₃	=	630,6
			H ₂ SO ₄	=	310,6
			H ₂ O	=	1936,2
Total	=	18123,1	Total	=	18123,1

4 Reaktor II (R-120)

Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)		
Fe ₂ (SO ₄) ₃	=	630,6	Fe ₂ (SO ₄) ₃	=	50,4
BaS	=	774,1	BaS	=	36,9

H ₂ SO ₄	=	310,6	BaSO ₄	=	1015,5
Fe ₂ S ₃	=	301,6	H ₂ SO ₄	=	26,2
Al ₂ O ₃	=	251,3	FeSO ₄	=	440,4
Al ₂ (SO ₄) ₃	=	9697,0	H ₂ S	=	98,7
SiO ₂	=	46,5	Al ₂ O ₃	=	251,3
Si(SO ₄) ₂	=	1961,5	Al ₂ (SO ₄) ₃	=	9697,0
Fe ₂ O ₃	=	21,9	SiO ₂	=	46,5
H ₂ O	=	1936,2	Si(SO ₄) ₂	=	1961,5
			Fe ₂ O ₃	=	21,9
			H ₂ O	=	1936,5
Total	=	15582,8	Total	=	15582,8

5 Rotary Vacum Filter (H-132)

Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)		
Fe ₂ (SO ₄) ₃	=	50,4	Ke Clarifier		
BaS	=	36,9	Fe ₂ (SO ₄) ₃	=	13,5
BaSO ₄	=	1015,5	BaS	=	20,6
H ₂ SO ₄	=	26,2	BaSO ₄	=	1015,5
FeSO ₄	=	440,4	H ₂ SO ₄	=	14,7
H ₂ S	=	98,7	FeSO ₄	=	246,1
Al ₂ O ₃	=	251,3	H ₂ S	=	55,1

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	=	9697,0	Al_2O_3	=	251,3
SiO_2	=	46,5	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	=	9697,0
$\text{Si}(\text{SO}_4)_2$	=	1961,5	SiO_2	=	46,5
Fe_2O_3	=	21,9	$\text{Si}(\text{SO}_4)_2$	=	1961,5
H_2O	=	1936,5	Fe_2O_3	=	12,2
$\text{H}_2\text{O proses}$	=	3249,5	H_2O	=	2897,6
			Ke Waste		
			$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	=	10,7
			$\text{Si}(\text{SO}_4)_2$	=	16,3
			H_2SO_4	=	11,6
			FeSO_4	=	194,4
			H_2S	=	43,5
			Fe_2O_3	=	9,7
			H_2O	=	2288,5
Total	=	18832,3	Total	=	18832,3

6 Clarifier (H-133)

Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)		
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	=	13,5	Underflow		
BaS	=	20,6	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	=	13,5
BaSO_4	=	1015,5	BaS	=	20,6

H ₂ SO ₄	=	14,7	BaSO ₄	=	1015,5
FeSO ₄	=	246,1	H ₂ SO ₄	=	14,7
H ₂ S	=	55,1	H ₂ S	=	55,1
Al ₂ O ₃	=	251,3	Al ₂ O ₃	=	251,3
Al ₂ (SO ₄) ₃	=	9697,0	SiO ₂	=	46,5
SiO ₂	=	46,5	Si(SO ₄) ₂	=	1961,5
Si(SO ₄) ₂	=	1961,5	Fe ₂ O ₃	=	12,2
Fe ₂ O ₃	=	12,2	Al ₂ (SO ₄) ₃	=	2424,2
H ₂ O	=	2897,6	FeSO ₄	=	61,5
Flake glue	=	3,5	H ₂ O	=	724,4
			Impuritis	=	3,47
			Overflow		
			Al ₂ (SO ₄) ₃	=	7272,7
			FeSO ₄	=	184,6
			H ₂ O	=	2173,2
Total	=	16235,0	Total	=	16235,0

7 Evaporator (V-130)

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)			
Al ₂ (SO ₄) ₃	=	7272,7	Al ₂ (SO ₄) ₃	=	7272,7
FeSO ₄	=	184,6	FeSO ₄	=	184,6

H ₂ O	=	2173,2	H ₂ O	=	118,5
			H ₂ O uap	=	2054,7
Total	=	9630,5	Total	=	9630,5

8 Kristalizer (X-140)

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
Al ₂ (SO ₄) ₃	= 7272,7	Al ₂ (SO ₄) ₃ terkristalkan	= 6580,5
FeSO ₄	= 184,6	FeSO ₄ terkristalkan	= 146,4
H ₂ O	= 118,5	H ₂ O terkristalkan	= 45,1
		Al ₂ (SO ₄) ₃ larut	= 692,2
		FeSO ₄ larut	= 38,1
		H ₂ O larut	= 73,4
Total	= 7575,8	Total	= 7575,8

9 Centrifuge (H-142)

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
Al ₂ (SO ₄) ₃ terkristalkan	= 6580,5	Waste	
FeSO ₄ terkristalkan	= 146,4	:	
H ₂ O terkristalkan	= 45,1	Al ₂ (SO ₄) ₃ larut	= 692,2
Al ₂ (SO ₄) ₃ larut	= 692,2	FeSO ₄ larut	= 38,1
FeSO ₄ larut	= 38,1	H ₂ O larut	= 73,4
		Ball Mill :	

H_2O larut	=	73,4	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ terkristalkan	=	6580,5
			FeSO_4 terkristalkan	=	146,4
			H_2O terkristalkan	=	45,1
Total	=	7575,8	Total	=	7575,8

BAB IV

NERACA PANAS

Pabrik = Alumunium Sulfat

Pabrik ini didirikan dengan kapasitas = 60000 ton/tahun

Lama Operasi = 24 jam/hari

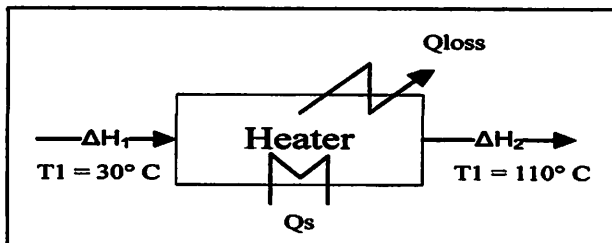
Waktu Operasi = 330 hari/tahun

Kapasitas produksi = 60000 ton/tahun

$$= \left(60000 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \right) \times \left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \right)$$

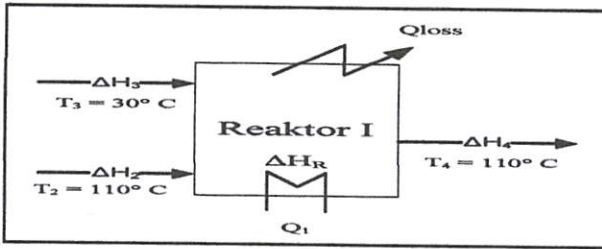
$$= 7575,8 \text{ Kg/jam}$$

1. HEATER H₂SO₄ (E-119)



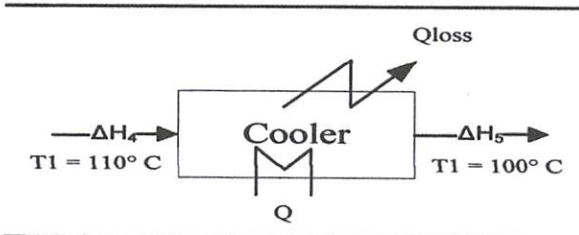
Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
ΔH ₁ = 244173,3	ΔH ₂ = 334246,2
Q _s = 102281,5	Q loss = 12208,7
Total = 346454,8	Total = 346454,8

2. REAKTOR I (R-110)



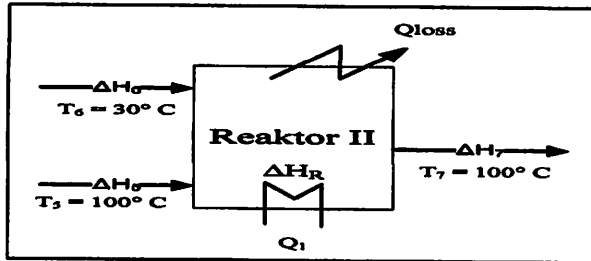
Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal)	
ΔH_3	= 75357,1	ΔH_4	= 406612,4
ΔH_2	= 334246,2	Q loss	= 20480,2
ΔH_R	= -219730,8		
Q_1	= 237220,1		
Total	= 427092,6	Total	= 427092,6

3. Cooler (E-126)



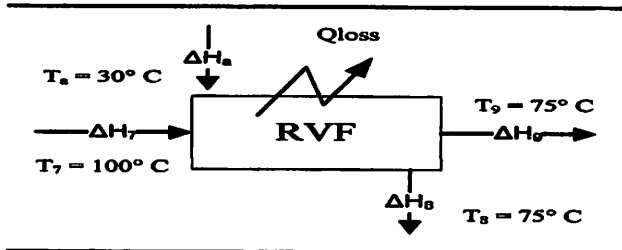
Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal)	
ΔH_4	= 406612,4	ΔH_5	= 378300,4
		Q_{loss}	= 20330,6
		Q	= 7981,4
Total	= 406612,4	Total	= 406612,4

4. REAKTOR II (R-120)



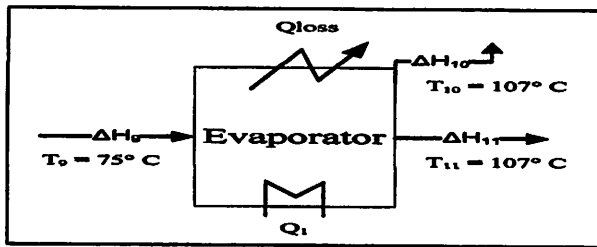
Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal)	
ΔH_5	= 378300,4	ΔH_7	= 387067,4
ΔH_6	= 2244,8	Q loss	= 19027,3
ΔH_R	= -5255,5		
Q_1	= 30804,9		
Total	= 406094,7	Total	= 406094,7

5. Rotary Vacum Filter (H-132)



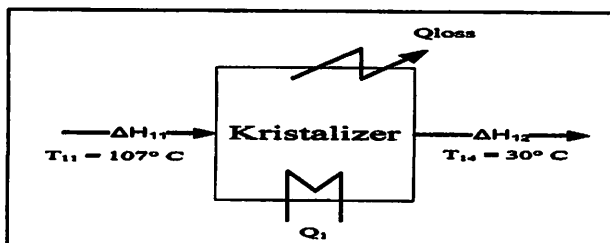
Masuk (kkal/jam)		Keluar (kkal)	
ΔH_7	= 387067,4	ΔH_8	= 5308,1
ΔH_a	= 3152,0	ΔH_9	= 80634,0
		Q loss	= 304277,2
Total	= 390219,4	Total	= 390219,4

6. Evaporator (V-130)



Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
$\Delta H_9 = 80634,0$	$\Delta H_{11} = 245798,4$
$Q_1 = 1493448,1$	$\Delta H_{10} = 1324252,0$
	$Q \text{ loss} = 4031,7$
Total = 1574082,2	Total = 1574082,2

7. Kristalizer (X-140)



Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
$\Delta H_{113} = 245798,4$	$\Delta H_{12} = 280102,5$
$Q_1 = 46594,0$	$Q \text{ loss} = 12289,9$
Total = 292392,4	Total = 292392,4

BAB V
SPESIFIKASI PERALATAN

1 STORAGE H₂SO₄ (F-111B)

Fungsi : Menyimpan bahan baku H₂SO₄

Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standardised dan tutup bawah (alas) plate datar

Bahan : High Alloy Steel SA 240 Gread M Type 316

Ukuran : - Diameter tangki : 19,94 ft = 6,0769 m

- Tinggi tangki : 33,46 ft = 10,198 m

- Tebal tutup : 0,625 in = 0,0159 m

- Tebal sheel : 0,3762 in = 0,0096 m

Kapasitas : 8814,4353 ft³

jumlah : 5 buah

2 POMPA H₂SO₄ (L-118)

Fungsi : Untuk memompa H₂SO₄ 80% dari storage ke reaktor 1

Type : Pompa Centrifugal

Bahan : Comersial steel

Daya : 4 Hp

Ukuran : 21/2 in Sch 40

Jumlah : 1buah

3 HEATER (E-119)

Fungsi : Memanaskan larutan asam sulfat dari suhu 30°C menjadi suhu 110 °C

Jenis : Double pipe

Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA 53 Grade B

Kapasitas : 10852 Kg/jam

Rate steam : 102281 kkal/kg

Bahan Konstruksi : Carbon Steel

- Bagian anulus

$$\alpha_{an} = 1,19 \text{ in}^2$$

$$de = 0,915 \text{ in}$$

$$de' = 0,4 \text{ in}$$

- Bagian pipa

$$do = 1,66 \text{ in}$$

$$di = 1,38 \text{ in}$$

$$ap = 1,5 \text{ in sch 40}$$

$$\alpha' = 0,435 \text{ ft}$$

4 STORAGE BAUKSIT (F-111A)

Fungsi : Untuk menyiapkan bauksit selama 30 hari

Type : Gedung

Bahan konstruksi : Beton

Dimensi storage : Panjang = 8 m

Lebar = 4 m

Tinggi = 6 m

Jumlah : 1 buah

5 BELT CONVEYOR (J-122A)

Fungsi	:	Mengakut bauksit dari storage menuju ke Roll Cruser
Type	:	Trough belt on 20 ⁰ idler
Ukuran kemiringan:	:	20 ⁰
Lebar	:	14 in
Kecepatan	:	30,5 m/s
Belt plies	:	minimum 3 maximum 5
panjang	:	15 m
bahan	:	Karet
Kapasitas	:	1buah Kg/jam
pawor	:	0 Hp
Jumlah	:	1 buah

6 ROLL CRUSER (C-113)

Fungsi	:	Menghacurkan bauksit atau memecah bauksit sampai ukuran yang lebih kecil
Type	:	Double Toothed Roll Crusher on Coal
Ukuran Roll	:	8 x 18
Diameter maximum feed	:	4 in
Daya	:	8 Hp
Jumlah	:	1 buah

7 BUCKET ELEVATOR (J-114A)

Fungsi	:	Double toothed Roll Cuser menuju ke bin
Type	:	Cenrifugal Discharge spaced bucket

tinggi : 49,212 ft = 15 m
 Ukuran : (6 x 4 x 4,5) in
 Kecepatan bucket : 140,2253 ft/menit
 kapasitas : 6,9801 ton/jam
 power motor : 5 Hp
 Jumlah : 1 buah
 bahan : Carbon steel

8 Bin (F-115A)

Fungsi : Menampung bauksit sementara selama 1 menit sebelum masuk Ball Mill

Type : Bejana berbentuk silinder tegak dengan alas berbentuk conis dengan sudut puncak 60° dan tutup atas terbuka

Ukuran : Diameter : 3,9753 ft
 Tinggi Shell : 5,9630 ft
 Tinggi konis : 2,8652 ft
 Tinggi Bin : 8,8283 ft
 Tebal Shell : $\frac{2 \text{ ft}}{16}$
 Tebal konis : $\frac{2 \text{ ft}}{16}$

Bahan : Carbon steel SA 333 Grade 2
 Kapasitas : 88,16 ft³
 Jumlah : 1 buah

9. BALL MILL (C-116)

Fungsi : Untuk memperkecil ukuran bauksit sehingga 200 mesh
 Type : Silinder horizontal
 Panjang : 3,7080 m
 Diameter mill: 1,2360 m
 Daya motor : 5 Hp
 Bahan : Carbon steel
 Jumlah : 1 buah

10. VIBRATING SCREEN (H-117)

Fungsi : Menyeragamkan ukuran BaS 200 mesh
 Type : Vibrating screen
 Luas ayakan : $A = 10,227 \text{ ft}^2 = 122,72 \text{ in}^2$
 Bahan : Carbon steel SA 240 Grade M Type 316
 Jumlah : 1 buah

11 BUCKET ELEVATOR (J-144B)

Fungsi : Double toothed Roll Cuser menuju ke bin
 Type : Cenrifugal Discharge spaced bucket
 tinggi : 49,212 ft = 15 m
 Ukuran : (6 x 4 x 4,5) in
 Kecepatan bucket : 175,2816 ft/menit
 kapasitas : 8,7251 ton/jam
 pauer motor : 1 Hp

12 Bin (F-115B)

Fungsi : Menampung bauksit sementara selama 60 menit sebelum masuk Ball Mill

Type : Bejana berbentuk silinder tegak dengan alas berbentuk conis dengan sudut puncak 60° dan tutup atas terbuka

Ukuran : Diameter : 6,0411 ft

Tinggi Shell : 9,0617 ft

Tinggi konis : 4,6542 ft

Tinggi Bin : 13,716 ft

Tebal Shell : $\frac{2 \text{ ft}}{16}$

Tebal konis : $\frac{2 \text{ ft}}{16}$

Bahan : Carbon steel SA 333 Grade 2

Kapasitas : 220,4058 ft³

Jumlah : 1 buah

13 REAKTOR I (R - 110)

Dapat dilihat pada perancangan alat utama

14 POMPA REAKTOR I (L - 125)

Fungsi : Untuk memompa liquid dari reaktor I ke reator II

Type : Pompa rotary

Spesifikasi pompa :

Type : Rotari

Bahan : Comersial steel

Daya : 5 Hp

Ukuran : 21/2 in Sch 40

Jumlah : 1 buah

15 Cooler (E-126)

Fungsi : Mendinginkan larutan dari reaktor 1 sebelum masuk ke reaktor 2

Tipe : *Shell and Tube*

Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA 53 Grade B

Kapasitas : 17102,518 Kg/jam

Rate pendingin : 100,6745 Kg/jam

Bagian Shell

Diameter dalam (IDs) = 13 1/4 in = 0,3366 m

Jarak antar *baffle* = 1 in = 0,0254 m

Bagian Tube

Jumlah Tube = 106 buah

Diameter luar (do) = 3/4 in = 0,0191 m

Diameter dalam (di) = 0,6200 in = 0,0157 m

Diameter ekivalen (de) = 0,95 in = 0,0241 m

Panjang = 1 ft = 0,3048 m

Jumlah = 1 buah

16. STORAGE BaS (F-21A)

Fungsi : menyimpan bahan baku BaS untuk kebutuhan selama 30 hari

Type : Gedung

panjang = 14,98 = 5 m

lebar = 14,98 = 5 m

Tinggi = 26,25 = 8 m

jumlah = 1

17 BELT CONVEYOR (J-122)

Fungsi : Mengakut BaS dari storage BaS menuju ke baket elevator

Type : Trough belt on 20⁰ idler

Ukuran kemiringan: 20⁰

Lebar : 14 in

Kecepatan : 30,5 m/s

Belt plies : minimum 3
maximum 5

panjang : 15 m

bahan : Karet

Kapasitas : 928,8913 Kg/jam

pawor : 1 Hp

Jumlah : 1 buah

18 BUCKET ELEVATOR (J-123)

Fungsi : Untuk mengangkut BaS dari storage ke Bin

Type : Cenrifugal Discharge spaced bucket

tinggi : 49,213 ft = 15 m

Ukuran : (6 x 4 x 4,5) in

Kecepatan bucket : 7,1571 ft/menit

kapasitas : 0,9289 ton/jam

pawer motor : 3 Hp

Jumlah : 1 buah

bahan : Carbon steel

19 BIN (F-124)

Fungsi	:	Menampung sementara bauksit sebelum masuk reaktor 2
Tipe	:	Silinder tegak dengan tutup atas plat datar dan tutup bawah conis
Bahan Konstruksi	:	<i>HAS SA-167 Grade 3 type 304</i>
Kapasitas	:	774,1 Kg/jam
Diameter tangki (D_T)	:	17,375 in
Diameter Luar (D_o)	:	18 in
Tebal Silinder (t_s)	:	0,0625 in
Tinggi Silinder (L_s)	:	23,664 in
Tebal tutup bawah (t_{hb})	:	0,1250 in
Tinggi tutup bawah (h_b)	:	6,5156 in
Jumlah	:	1 buah

20 REAKTOR II (R - 120)

Fungsi	:	Untuk mereduksi dan mengosidasi hasil samping dari reaktor I
Type	:	Silinder tegak dengan tutup atas standard dished head dan tutup bawah standardisc dengan sudut 60° dilingkapi dengan koil pendingin

Dimensi tangki

Diameter tangki	:	8,4583 ft = 101,5 in = 2,5781 m
Tinggi tangki	:	21,64 ft = 259,64 in = 6,5949 m
Tebal tutup atas	:	$\frac{4}{16}$ in = 0,0064 m
Tebal shell	:	$\frac{4}{16}$ in = 0,0064 m
Tebal tutup bawah	:	$\frac{4}{16}$ in = 0,0064 m

Dimesi pengaduk

Diameter pengaduk (Da) : 2,79125 ft
 Jarak pengaduk dari dasar tangki (E) : 2,79125
 Panjang daun pengaduk (L) : 0,6978 ft
 Lebar baffel pengaduk (w) : 0,5583 ft
 Tebel baffel (J) : 0,8458 ft
 Jumlah penaduk (N) : 3,23 Hp

Dimensi coil

Diambil diameter coil : 5 ft
 Tinggi koil : 2,1717 m

21 POMPA REAKTOR II (L-131)

Fungsi : Untuk memompa liquid dari reaktor menuju ke Rotary cavuum filter
 Type : Pompa Rotary
 Bahan : Comersial steel
 Daya : 3 Hp
 Ukuran : 3 in Sch 40
 Jumlah : 1buah

22 ROTARY VAKUM FILTER (H-132)

Fungsi : Untuk memisahkan antara filtrat dan cake
 Jumlah : 1 buah
 Luas filter : 13,3 ft²
 Waktu filtrasi : 60,652 detik
 Diameter,D : 1,45 ft

Panjang, L : 2,91 ft
 Bahan : - Drum = stainless stell SA-167 type 304 grade C
 - Filter = kanvas

23 CLARIFIER (H-133)

Fungsi : memisahkan solid dari liquid alumunium sulfat dengan cara pengendapan
 Type : Bejana berbentuk silinder tegak dengan alas berbentuk konis dan tutup atas terbuka

Ukuran : Diameter : 1,6205
 Tinggi clarifier : 1,2311
 Tinggi konis : 0,826
 Tinggi silinder :
 Tebal shell : $\frac{5}{16}$ in
 Tebal konis : $\frac{5}{16}$ in

Bahan : High alloy steel SA 240 grade M type 316

Kapasitas : 16235

Jumlah : 1 Buah

24 POMPA CLARIFIER (L-134)

Fungsi : Untuk memompa liquid dari clarifier ke evaporator

Type : Pompa Rotary

Bahan : Comersial steel

Daya : 5 HP

Ukuran : 2 1/2 in Sch 40

Jumlah : 1buah

25. EVAPORATOR (V-130)

Dapat dilihat pada perancangan alat utama

26 POMPA ALUMUNIUMSULFAT (L-141)

Fungsi : Untuk memompa liquid dari eavaporator ke kristalizer

Type : Pompa Rotary

Bahan : Comersial steel

Daya : 6 Hp

Ukuran : 21/2 in Sch 40

Jumlah : 1buah

27 Kristalizer (X-140)

Fungsi : Mengkristalkan Al_2SO_4

Type : direc-contact-refrigerasion Crystalicer

Bahan kontruksi = Carbon Steel SA-53 Grade B

Diameter = 2 ft = 24 In

Panjang = 34 ft

Jumlah = 1 buah

28 CENTRIFUGE (H-142)

Fungsi : Memisahkan kristal dengan larutan induk

Type : Screen bowl decanter centrifuge.

Bahan kontruksi : *Carbon steel*

Diameter : 54 in = 4,5

Tinggi : 42 in = 3,5
 Daya : 1 Hp
 Jumlah : 1 buah

29. BALL MILL (C-144)

Fungsi : Untuk memperkecil ukuran Alumunium Sulfat sehingga 200 mesh
 Type : Silinder horizontal
 Type : Silinder horizontal
 Panjang : 3,8634 m
 Diameter mill: 1,2878 m
 Daya motor : 5 Hp
 Bahan : Carbon steel
 Jumlah : 1 buah

30 VIBRATING SCREEN (H-145)

Fungsi : Menyერagamkan ukuran Alumunium sulfat 200 mesh
 Type : Vibrating screen
 Luas ayakan : $A = 10,655 \text{ ft}^2 = 127,86 \text{ in}^2$
 Bahan : Carbon steel SA 240 Grade M Type 316
 Jumlah : 1 buah

31 BELT CONVEYOR (J - 143B)

Fungsi : Meningangkut Alumunium sulfat dari screen menuju ke baket elevator
 Type : Trough belt on 20° idler
 Ukuran kemiringan: 20°
 Lebar : 14 in

Kecepatan : 30,5 m/s
 Belt plies : minimum 3
 maximum 5
 panjang : 15 m
 bahan : Karet
 Kapasitas : 9090,9091 Kg/jam
 pawor : 2 Hp
 Jumlah : 1

32 BUCKET ELEVATOR (J-146)

Fungsi : Untuk mengangkut BaS dari storage ke Bin
 Type : Cenrifugal Discharge spaced bucket
 tinggi : 49,213 ft = 15 m
 Ukuran : (6 x 4 x 4,5) in
 Kecepatan bucket : 182,6299 ft/menit
 kapasitas : 9,0909 ton/jam
 pawner motor : 3 Hp
 Jumlah : 1 buah
 bahan : Carbon steel

33 Bin (F-147)

Fungsi : Menempung alumunium sulfat sementara sebelum masuk gudang
 Type : Bejana berbentuk silinder tegak dengan alas berbentuk conis dengan sudut puncak 60⁰ dan tutup atas terbuka
 Ukuran : Diameter : 3,4791 ft = 41,75 in = 1,0604 m
 Tinggi Shell : 3,4791 ft = 41,75 in = 1,0604 m

Tinggi konis : 5,2187 ft = 62,6 in = 1,5907 m

Tinggi Bin : 2,5799 ft = 30,959 in = 0,7864 m

Tebal Shell : $\frac{2 \text{ ft}}{16}$

Tebal konis : $\frac{2 \text{ ft}}{16}$

Bahan : High alloy steel SA 167 Grade 5 type 321

Kapasitas : 0,000 ft³

Jumlah : 1 buah

34 STORAGE ALMUNIUMSULFAT ((F-149)

Fungsi : Untuk menyiapkan almuniumsulfat

Type = Gedung

Panjang = 19 m

Lebar = 10 m

Tinggi = 10 m

Bahan Kontruksi = Beton

Jumlah = 1 Buah

BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama	:	Reaktor
Jenis Reaktor	:	Mixed Flow Reaktor
Fungsi	:	Tempat terjadinya reaksi antara bauksit (Al_2O_3) dengan H_2SO_4 80%
Type	:	Tangki berbentuk silinder tegak Tutup atas berbentuk standart dished dan tutup bawah standart dished dengan $\alpha = 120^\circ$
Jumlah	:	1 buah
Perlengkapan	:	Pengaduk dan coil
Direncanakan	:	
Bahan Konstruksi	:	<i>Stainless Steel SA 240 grade M type 316</i>
Allowble Stress (f)	:	18750 lb/in ²
Tipe pengelasan	:	<i>Double welded butt joint</i> , E = 1
Faktor korosi	:	1/16 in
Waktu tinggal	:	1 jam
Suhu operasi	:	110 °C = 383,15 K
Tekanan operasi	:	1 atm = 15 psia
Densitas campuran	:	1160,8700 kg/m ³ = 136,8632 lb/ft ³
Massa bahan	:	17102,5 kg/jam = 37705,9214 lb/jam
Massa H_2SO_4	:	10852,15 kg/jam = 23925,7315 lb/jam

Komponen bahan yang masuk reaktor

Komponen bahan yang masuk reaktor

Komponen	m (kg/jam)	m (lb/jam)	ρ (lb/ft)	μ (cp)
Al ₂ O ₃	3141	6924,5459	248	3,811
Fe ₂ O ₃	274	603,3809	318,25	4,317
SiO	582	1282,4891	167,42	3,105
H ₂ O	2254,0	4969,1490	62,16	1,9
H ₂ SO ₄	10852	23924,6463	114	2,582
		37704,2112		

$$\rho_{\text{camp}} = \frac{m_1\rho_1 + m_2\rho_2 + m_3\rho_3 + m_4\rho_4 + m_5\rho_5}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5}$$

$$= \frac{5160319,648}{37704,2112} = 136,8632 \text{ lb/ft}^3$$

6.1. PERANCANGAN DIMENSI REAKTOR

A. Menghitung Volume Tangki (V_T)

$$\text{Rate Volumetrik (Q)} = \frac{\text{Massa bahan}}{\rho \text{ bahan}} = \frac{61631,653}{136,8632}$$

$$= 450,31568 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$\text{Volume liquid} = Q \times \text{waktu tinggal} = 450,3157 \text{ ft}^3$$

$$\text{Asumsi} = V_{rk} = 20\% V_{\text{total}}$$

$$V_{\text{total}} = V_{\text{liquid}} + V_{rk}$$

$$V_{\text{total}} = 450,3157 \text{ ft}^3 + 0,2 V_{\text{total}}$$

$$0,80 V_{\text{total}} = 450,3157 \text{ ft}^3$$

$$V_{\text{total}} = 562,8946 \text{ ft}^3 = 15939,4301 \text{ L}$$

B. Menghitung Diameter Tangki (d_i)

$$\text{Asumsi} : (L_s = 1,5 d_i)$$

$$V_{\text{total}} = V_{\text{silinder}} + V_{\text{tutup bawah}} + V_{\text{atas}}$$

$$\begin{aligned}
 562,895 \text{ ft}^3 &= \pi/4 \text{ di}^2 \text{ L}_s + \frac{\pi \cdot \text{di}^3}{24 \text{ tg } \frac{1}{2} \alpha} + 0,0847 \text{ di}^3 \\
 562,895 \text{ ft}^3 &= 1,1775 \text{ di}^3 + 0,0755 \text{ di}^3 + 0,0847 \text{ di}^3 \\
 \text{di}^3 &= 420,781311 \text{ ft}^3 \\
 \text{di} &= 7,4935 \text{ ft} = 89,9222 \text{ in}
 \end{aligned}$$

C. Menghitung Tinggi Liquid dalam Tangki (L_{ls})

$$\begin{aligned}
 V_{\text{total}} &= V_{\text{silinder}} + V_{\text{tutup bawah}} \\
 562,895 \text{ ft}^3 &= \pi/4 \text{ di}^2 \text{ L}_s + \frac{\pi \cdot \text{di}^3}{24 \text{ tg } \frac{1}{2} \alpha} \\
 562,895 \text{ ft}^3 &= 66,120 \text{ L}_{ls} + 31,7835 \\
 L_{ls} &= 8,0326 \text{ ft} = 96,3906 \text{ in}
 \end{aligned}$$

D. Menghitung Tekanan Design (P_i)

$$\begin{aligned}
 P_{\text{design}} &= P_{\text{operasi}} + P_{\text{hidrostatis}} \\
 P_{\text{hidrostatis}} &= \frac{\rho \cdot g \cdot L_{ls}}{144 \cdot gc} \\
 &= \frac{136,8632 \times 32,2 \times 8,0326}{144 \times 32,2} \\
 &= 7,6344 \text{ psi} \\
 P_i &= P_{\text{operasi}} + P_{\text{hidrostatik}} \\
 &= 14,7 + 7,6344 \\
 &= 22,3344 \text{ psi} \\
 &= 7,6344 \text{ psig}
 \end{aligned}$$

E. Menghitung Tebal Tangki (t_s)

$$\begin{aligned}
 t_s &= \frac{pi \cdot di}{2(f \cdot E - 0,6 \cdot pi)} + C \\
 &= \frac{7,6344 \times 89,9222}{2 \times (18750 \times 0,8 - 0,6 \times 7,634)} + \frac{1}{16}
 \end{aligned}$$

$$= 0,1295 \text{ in} = \frac{2,07208}{16} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Standarisasi d_o

$$\begin{aligned} d_o &= d_i + 2 t_s \\ &= 89,9222 + 2 \times 3/16 \\ &= 90,2972 \text{ in} \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel 5.7 Brownell & Young, hal : 91 diperoleh :

$$\begin{aligned} d_o \text{ baru} &= 96 \text{ in} = 8,0000 \text{ ft} \\ i_{cr} &= 6,7 \text{ in} ; r = 96 \text{ in sf} = 1,5 \text{ in} \end{aligned}$$

Menentukan harga d_i baru

$$\begin{aligned} d_i \text{ baru} &= d_o - 2 t_s \\ &= 96 - 2 \times 3/16 \\ &= 95,6250 \text{ in} = 7,9688 \text{ ft} \end{aligned}$$

Cek hubungan L_s dengan d_i

$$\begin{aligned} V_{\text{total}} &= V_{\text{silinder}} + V_{\text{tutup bawah}} \\ V_{\text{total}} &= \pi/4 d_i^2 L_s + \frac{\pi \cdot d_i^3}{24 \text{ tg } \frac{1}{2} \alpha} \\ 562,895 \text{ ft} &= 0,7857 d_i^2 L_s + 0,0755 d_i^3 \\ 562,895 \text{ ft} &= 49,8927 L_s + 38,2048 \\ L_s &= 10,5164 \text{ ft} = 126,1963 \text{ in} \\ \frac{L_s}{d_i} &= \frac{10,5164}{7,9688} = 1,319700222 < 2 \text{ (memenuhi syarat)} \end{aligned}$$

F. Menghitung Tinggi Silinder (L_s)

$$\begin{aligned} L_s &= 1,5 d_i \\ &= 1,5 \times 95,6250 \\ &= 143,4375 \text{ in} \end{aligned}$$

G. Menghitung Tebal Tutup Atas (t_{ha})

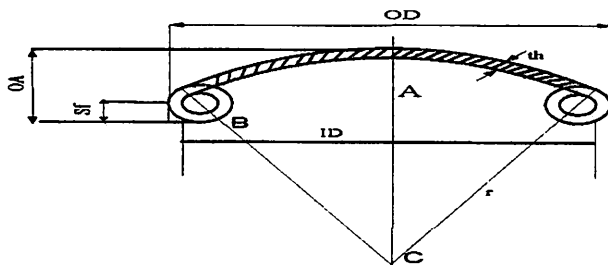
Tutup atas berbentuk standart dished maka : $d_i = r$

$$t_{ha} = \frac{0,885 \times \pi \times r}{(f \cdot E - 0,6 \cdot \pi)} + C$$

$$t_{ha} = \frac{0,885 \times 7,6344 \times 95,6250}{(18750 \times 1 - 1 \times 7,6344)} + \frac{1}{16}$$

$$t_{ha} = 0,18862 \text{ in} = \frac{3,0179}{16} \approx \frac{4}{16} \text{ in}$$

H. Menghitung Tinggi Tutup Atas (h_a)



$$a = \frac{d_i}{2} = \frac{95,6250}{2} = 47,8125 \text{ in}$$

$$AB = a - icr = 47,8125 - 6 \frac{5}{7} = 41,0925 \text{ in}$$

$$BC = r - icr = 96 - 6 \frac{5}{7} = 89,2800 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2}$$

$$= \sqrt{(89,3)^2 - (41,09)^2}$$

$$= 79,2611 \text{ in}$$

$$b = r - AC = 96 - 79,2611 = 16,7389 \text{ in}$$

dari perhitungan diatas, maka :

$$h_a = t_{ha} + b + sf$$

$$= \frac{3}{16} + 16,7389 + 1 \frac{1}{2}$$

$$= 18,5514 \text{ in}$$

I. Menghitung Tebal Tutup Bawah (t_{bh})

Bentuk tutup bawah reaktor adalah dished, maka berlaku :

$$r = 96 \text{ in}$$

$$icr = 6,7 \text{ in}$$

$$sf = 1,5 \text{ in}$$

$$t_{bh} = \frac{0,885 \cdot \pi \cdot r}{(f \cdot E - 0,1 \cdot \pi)} + C$$

$$t_{bh} = \frac{(0,885 \times 7,6344 \times 96)}{(18750 \times 1 - 0,1 \times 7,6344)} + \frac{1}{16}$$

$$= 0,1 \text{ in} = 0,0088 \text{ ft}$$

$$a = \frac{Di}{2} = \frac{96}{2} \text{ in} = 48 \text{ in}$$

$$AB = a - icr = (48 - 6,7) = 41,3 \text{ in}$$

$$BC = r - icr = (96 - 6,7) = 89,3 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} = \sqrt{(89,3)^2 - (41,3)^2} = 79,164 \text{ in}$$

$$b = r - AC = 96 - 79,1636 = 17 \text{ in}$$

$$hb = b + t_{bh} + sf = 17 + 0,1 + 1,5 = 18,4 \text{ in} = 1,5307 \text{ ft}$$

J. Menghitung Tinggi Tutup Bawah (h_b)

$$b = \frac{\frac{1}{2} di}{\text{tg } \frac{1}{2} \alpha} = \frac{1/2 \times 95,6250}{\text{tg } 60^\circ} = 27,6038 \text{ in}$$

$$h_b = b + sf = 27,6038 + 1 \frac{1}{2} = 29,1038 \text{ in}$$

K. Menghitung Tinggi Tangki (H)

$$H = h_a + h_b + L_s$$

dimana, H = tinggi tangki (in)

h_a = tinggi tutup atas (in)

h_b = tinggi tutup bawah (in)

L_s = tinggi silinder (in)

Dari perhitungan di atas didapatkan tinggi tangki sebesar :

$$\begin{aligned} H &= 18,5514 + 29,1038 + 143,4375 \\ &= 191,0927 \text{ in} = 4,85 \text{ m} \end{aligned}$$

6.2. RANCANGAN PENGADUK

A. Dasar perancangan

Jenis pengaduk : Flat six-balde turbine with disk, four baffles

Berdasarkan tabel 3.4-1 Geankoplis, hal : 144, didapatkan :

$$D_a = 0,3 D_t$$

$$C/D_t = 1/3$$

$$W/D_a = 1/5$$

$$J/D_t = 1/12$$

$$L/D_a = 1/4$$

Keterangan :

D_a = diameter (impeller) pengaduk

D_t = diameter dalam tangki

C = Tinggipengaduk ke dasar tangki

W = lebar pengaduk

J = lebar baffle

L = Panjang impeller (pengaduk)

- Menentukan diameter pengaduk

$$D_a = 0,3 \times D_t = 2,391 \text{ ft} = 28,688 \text{ in}$$

- Menentukan jarak pengaduk ke dasar tangki

$$C = 1/3 \times D_t = 2,65625 \text{ ft} = 31,875 \text{ in}$$

- Menentukan lebar pengaduk

$$W = 1/5 \times Da = 0,47813 \text{ ft} = 5,7375 \text{ in}$$

- Menentukan lebar baffle

$$J = 1/12 \times Dt = 0,66406 \text{ ft} = 7,9688 \text{ in}$$

- Menentukan panjang pengaduk

$$L = 1/4 \times Da = 0,59766 \text{ ft} = 7,1719 \text{ in}$$

B. Menentukan Jenis pengaduk

Dari perbandingan Da/W , Geankoplis hal : 144, didapatkan $Da/W = 5$ maka jenis pengaduk yang digunakan adalah jenis *Flat Six Blade Turbine with 4 Baffles*.

C. Menghitung Jumlah Pengaduk

$$N_p = \frac{\text{tinggi liquid dalam silinder}}{2 \times Da^2}$$

$$= 0,0586 \approx 1 \text{ buah}$$

D. Menghitung Daya Pengaduk

$$N_p = \frac{P \times gc}{\rho \times N^3 \times Da^5} \quad (\text{Geankoplis, hal : 145})$$

dimana :

P = daya pengaduk

N_p = power number

ρ = densitas bahan = 72,4700 lb/ft³

N = putaran pengaduk, direncanakan = 90 rpm = 1,5 rps

Da = diameter pengaduk = 2,3906 ft

- Menghitung bilangan Reynold

$$N_{Re} = \frac{Da^2 \times N \times \rho}{\mu} \quad (\text{Geankoplis, hal : 144})$$

$$\mu = 0,378 \text{ Cp} = 0,0025 \text{ lb/ft s}$$

$$N_{Re} = \frac{5,7151 \times 1,5 \times 72,4700}{0,0025}$$

$$= 244604,6892 \quad (> 4000, \text{ maka aliran liquid adalah turbulen})$$

Berdasarkan grafik 3,4-4 Geankoplis, hal 145

$$N_p = 1$$

maka daya pengaduk :

$$P = N_p \times \rho \times N^3 \times Da^5$$

$$P = 1 \times 136,863 \times 3,3750^3 \times 78,0831$$

$$P = 1120,1133 \quad \text{lb ft/s}$$

$$P = 2,04 \quad \text{Hp}$$

Kehilangan-kehilangan daya :

- Gain Losses (kebocoran daya pada proses dan bearing) diperkirakan 10% dari daya masuk.
- Transmission System Losses (kebocoran belt atau gear) diperkirakan 15% dari daya masuk.

$$\begin{aligned} \text{sehingga daya yang dibutuhkan} &= (0.1 + 0.15) P + P \\ &= 2,546 \quad \text{Hp} \approx 3 \quad \text{Hp} \end{aligned}$$

E. Menghitung poros pengaduk

a. Diameter poros

$$T = \frac{\pi \cdot S \cdot D^3}{16}$$

(Hesse, Pers. 16.1, hal : 465)

dimana :

$$T = \text{momen puntir (lb.in)} = \frac{63025 \times H}{N}$$

$$H = \text{daya motor pada poros} = 3 \quad \text{Hp}$$

$$N = \text{putaran pengaduk} = 90 \quad \text{rpm}$$

S = maksimum design shering stress yang diujikan

D = diameter poros pengaduk

sehingga :

$$T = \frac{63025 \times 3}{90} = 2100,8333 \text{ lb.in}$$

Dari Hesse, tabel 16-1 hal : 467 untuk bahan Hot Rolled Steel SAE 1020,

mengandung karbon = 20% dengan batas = 36000 lb/in

$$S = 20\% \times 36000 \text{ lb/in}^2 = 7200 \text{ lb/in}^2$$

maka diameter poros pengaduk (D) :

$$D = \left[\frac{16 \times T}{\pi \times S} \right]^{1/3}$$

$$= \left[\frac{16 \times 2100,8333}{3,14 \times 7200} \right]^{1/3} = 1,1413 \text{ in}$$

b. Panjang poros

$$L = h + l - Z_i$$

dimana :

L = panjang poros (ft)

h = tinggi silinder + tinggi tutup atas = 161,9889 in

l = panjang poros diatas bejana tangki = 7,1719 in

Z_i = jarak impeller dari dasar tangki = 31,8750 in

maka panjang poros pengaduk :

$$L = 161,9889 + 7,1719 - 31,8750$$

$$= 137,2858 \text{ in}$$

$$= 11,4405 \text{ ft}$$

6.3 Perhitungan Coil

Reaksi yang terjadi didalam reaktor exsotermis , suhu operasi 110°C , maka digunakan Coil dengan air sebagai media pendingin untuk menurunkan panas reaksi sehingga reaksi yang terjadi didalam reaktor belangsung pada kondisi 110°C

- Dasar perencanaan
 - Tekanan operasi = 1 atm
- Perancangan :
 - Digunakan coil Pendingin yang berbentuk spiral
 - Bahan kondtruksi dari coil pendingin High Alloy steel Sa 240 Grade M tipe 316

Diketaui :

$$\text{Massa bahan reaktor} = 17102,52 \text{ kg/jam} = 37705,9214 \text{ lb/jam}$$

$$T = 110^{\circ}\text{C} = 230^{\circ}\text{F}$$

$$\rho = 136,8632 = \text{lb/ft}^3$$

$$\mu = 3,14 \text{ Cp}$$

$$\text{Cp (pada } 30^{\circ}\text{C)} = 8,059 \text{ Btu/lb }^{\circ}\text{F}$$

Perhitungan untuk shell :

1 Dari neraca massa dan panas , didapatkan jumlah steam yang di butuhkan

$$517,30 \text{ Kg/jam} = 1140,498 \text{ lb/jam}$$

$$\text{suhu pendingin masuk} = 110^{\circ}\text{C} = 230^{\circ}\text{F}$$

$$\text{suhu perhitungan keluar} = 110^{\circ}\text{C} = 230^{\circ}\text{F}$$

$$\text{suhu bahan masuk} = 30^{\circ}\text{C} = 86^{\circ}\text{F}$$

$$\text{suhu bahan keluar} = 80^{\circ}\text{C} = 176^{\circ}\text{F}$$

2 Δt_{LMTD}

$$\Delta t_{\text{LMTD}} = \frac{(230 - 86) - (230 - 176)}{\ln \frac{144}{54}} = \frac{90}{1,0} = 92^{\circ}\text{F}$$

3 Suhu kalorik

$$T_c = \frac{1}{2} (230 + 230) = 230 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$t_c = \frac{1}{2} (86 + 176) = 131 \text{ } ^\circ\text{F}$$

4 Diambil ukuran pipa 1/4 in IPS SCH 40 (KERN, tabel 11 hal 844)

$$D_i = 0,4 \text{ in} \quad d_o = 0,54 \text{ in} \quad a' = 0,14 \text{ in} \quad a'' = 0,1 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

Bahan Bejana/Shell	Bagian pipa/Coil
$5 \ N_{RE} = \frac{(dp)^2 \times N \times P}{\mu \cdot 2.42}$ $= \frac{(3,88)^2 \cdot (40 \times 60)}{3,14 \cdot 2,42} = 136,863$ $= \frac{4944944,688}{7,5988} = 650753,3673 > 2100(\text{turbulen})$	5 -
$6 \ J_c = 2000 \text{ (KERN, Fig 20.2 hal 718)}$	6
$7 \ Ho = J_c \cdot \frac{k}{db} \cdot \frac{(C_p \cdot \mu)^{1/4}}{(k) \cdot \mu w} \cdot (\mu)^{0.14}$ $= 2000 \cdot \frac{0,35}{10,47}$ $\left(\frac{5,059 \times 3,14 \times 2,42}{0,35} \right)^{1/2}$ $= 66,86 \times 4,789026$ $= 320,2 \text{ Btu/jft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$	7 h10 = 1500 Btu/jft ² °F

$$8 \ U_c = \frac{h_{10} \cdot Ho}{h_{10} + Ho} = \frac{1500 \cdot 320,2}{1500 + 320,2} = 263,861$$

$$9 \ \text{jika } R_d \text{ ditetapkan} = 0,004 \text{ J ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F Btu}$$

$$0,004 = \frac{263,861 - U_D}{263,861 \cdot U_D}$$

$$U_D = 261,654$$

$$10 \text{ A} = \frac{Q}{U_D \Delta t_{\text{LMTD}}}$$

$$= \frac{89992}{261,654 \cdot 91,7591} = 3,75 \text{ ft}^2$$

panjang coil pendingin

$$L = \frac{A}{a''} = \frac{3,75 \text{ ft}^2}{0,141 \text{ ft}^2/\text{ft}} = 26,58329$$

Jumlah lilitan coil

Ditentukan d coil = 0,5 ft

$$L = \frac{L}{\pi \cdot d_{\text{coil}}} = \frac{26,5833}{\pi \cdot 0,5} = 16,93203 = 17 \text{ buah}$$

jika diambil hc = 4 in , maka :

$$\ell_c = (n_c - 1)(hc + do) + do$$

$$= (11 - 1)(4 + 0,54) + 0,54$$

$$= 45,94 \text{ in} = 3,83 \text{ ft}$$

$$L\ell_s = \frac{mA + mE + \frac{\pi db^3}{24 \text{ tg} 1/2\alpha}}{\pi/4 \cdot db^2}$$

$$= \frac{45724,9 + \frac{\pi (10,47)^3}{3603,87}}{\pi/4 \cdot (10,47)^2} = 5,06 \text{ ft}$$

$L\ell_s > \ell_c$ Berarti sudah memenuhi Syarat

6.4. PERHITUNGAN NOZZLE

A. Perancangan Nozzle

Nozzle pada tutup standart dish

- Nozzle untuk pemasukan bahan baku
- Nozzle untuk pemasukan air

Nozzle pada silinder

- Nozzle untuk keluar masuk pendingin

Nozzle untuk tutup bawah

- Nozzle untuk pengeluaran produk

B. Dasar Perhitungan

- A. Nozzle untuk pemasukan bahan baku

Bahan masuk	:	17102,5	lb/jam
Densitas bahan	:	136,8632	lb/ft ³
Viskositas bahan	:	0,38	cp

Perhitungan

$$Q = \frac{\text{bahan masuk}}{\text{densitas bahan}} = \frac{17102,5180}{136,8632} = 124,96 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 0,03471 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari Peters & Timmerhaus, pers. 47 hal : 365, didapatkan :

$$D_i \text{ opt} = 3,9 \times Q^{0,36} \times \mu^{0,18}$$

$$= 4 \times 0,29824 \times 0,83935$$

$$= 0,9763 \text{ in}$$

Standardisasi D_i dari Kern Tabel 11, hal. 844, maka dipilih pipa 1 in IPS

Sch 40 dengan ukuran :

$$\text{OD} = 1,315 \text{ in} = 0,0874 \text{ ft}$$

$$\text{ID} = 1,049 \text{ in} = 0,0874 \text{ ft}$$

$$A = 0,006 \text{ ft}^2$$

- **B. Nozzle untuk pemasukan H₂SO₄**

$$\text{Bahan masuk} : 10852,1484 \text{ kg/jam} = 23925,7315 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas bahan} : 4,523920025 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Viskositas bahan} : 2,58 \text{ cp}$$

Perhitungan

$$Q = \frac{\text{bahan masuk}}{\text{densitas bahan}} = \frac{23925,7315}{4,5239} = 5288,72 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 1,46909 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari Peters & Timmerhaus, pers. 47 hal : 365, didapatkan :

$$D_i \text{ opt} = 3,9 \times Q^{0.36} \times \mu^{0.18}$$

$$= 4 \times 1,14852 \times 1,18618$$

$$= 5,3132 \text{ in}$$

Standardisasi D_i dari Kern Tabel 11, hal. 844, maka dipilih pipa 6 in IPS

Sch 40 dengan ukuran :

$$\text{OD} = 6,6250 \text{ in} = 0,55208 \text{ ft}$$

$$\text{ID} = 6,065 \text{ in} = 0,50542 \text{ ft}$$

$$A = 0,2006 \text{ ft}^2$$

- **C. Nozzle untuk pemasukan pendingin**

$$\text{Rate massa} = 41856,79 \text{ Kg/jam} = 92278,4447 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ liquida} = 137,497197 \text{ Kg/m}^3 = 8,58332488 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Viscositas} = 0,01394 \text{ cp} = 9,3673\text{E-}06 \text{ lb/ft.s}$$

Perhitungan

$$Q = \frac{\text{bahan masuk}}{\text{densitas bahan}} = \frac{92278,4447}{8,5833} = 10750,8973 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 2,98636 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari Peters & Timmerhaus, pers. 47 hal : 365, didapatkan :

$$D_i \text{ opt} = 3,9 \times Q^{0.36} \times \mu^{0.18}$$

$$= 3,9 \times 1,48269 \times 0,46341$$

$$= 2,6797 \text{ in}$$

Standardisasi D_i dari gaenkopolis Tabel A.5-1, hal. 892, maka dipilih pipa 3 in IPS

Sch 40 dengan ukuran :

$$\text{OD} = 3,5000 \text{ in} = 0,29167 \text{ ft}$$

$$\text{ID} = 3,0680 \text{ in} = 0,25567 \text{ ft}$$

$$A = 0,0513 \text{ ft}^2$$

- D. Nozzle untuk pengeluaran pendingin

$$\text{Rate massa} = 41856,79 \text{ Kg/jam} = 92278,4447 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ liquida} = 137,497197 \text{ Kg/m}^3 = 8,58332488 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Viscositas} = 0,01394 \text{ cp} = 9,3673\text{E-}06 \text{ lb/ft.s}$$

Perhitungan

$$Q = \frac{\text{bahan masuk}}{\text{densitas bahan}} = \frac{92278,4447}{8,5833} = 10750,8973 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 2,98636 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari Peters & Timmerhaus, pers. 47 hal : 365, didapatkan :

$$D_i \text{ opt} = 3,9 \times Q^{0.36} \times \mu^{0.18}$$

$$= 3,9 \times 1,48269 \times 0,46341$$

$$= 2,6797 \text{ in}$$

Standardisasi D_i dari Kern Tabel 11, hal. 844, maka dipilih pipa 3 in IPS

Sch 40 dengan ukuran :

$$\begin{aligned} \text{OD} &= 3,5000 \text{ in} = 0,29167 \text{ ft} \\ \text{ID} &= 3,0680 \text{ in} = 0,25567 \text{ ft} \\ A &= 0,0513 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

- **E. Nozzle untuk pengeluaran produk**

$$\begin{aligned} \text{Bahan masuk} &: 41028,2495 \text{ lb/jam} \\ \text{Densitas bahan} &: 136,8632 \text{ lb/ft}^3 \\ \text{Viskositas bahan} &: 0,3780 \text{ cp} = 0,00025398 \text{ lb/ft.s} \end{aligned}$$

Perhitungan

$$\begin{aligned} Q &= \frac{\text{bahan masuk}}{\text{densitas bahan}} = \frac{41028,2495}{136,8632} = 299,776 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0,08327 \text{ ft}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Dari Peters & Timmerhaus, pers. 47 hal : 365, didapatkan :

$$\begin{aligned} D_i \text{ opt} &= 3,9 \times Q^{0.36} \times \mu^{0.18} \\ &= 4 \times 0,40867 \times 0,83935 \\ &= 1,3378 \text{ in} \end{aligned}$$

Standardisasi D_i dari Kern Tabel 11, hal. 844, maka dipilih pipa 1 1/4 in IPS

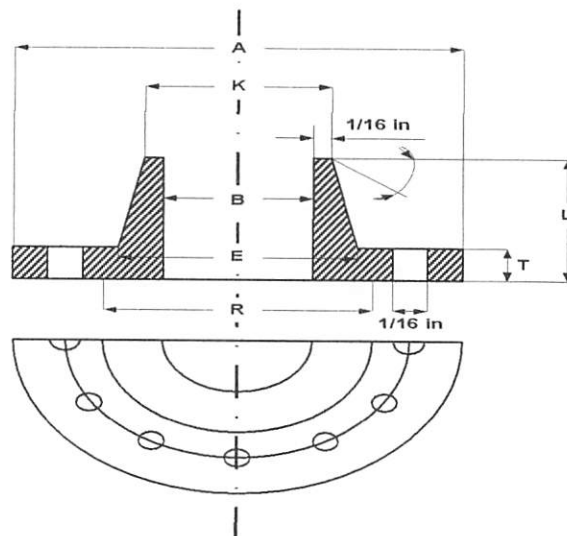
Sch 40 dengan ukuran :

$$\begin{aligned} \text{OD} &= 1,6600 \text{ in} = 0,13833 \text{ ft} \\ \text{ID} &= 1,3800 \text{ in} = 0,11500 \text{ ft} \\ A &= 0,010 \text{ ft} \end{aligned}$$

PENENTUAN FLANGE PADA NOZZLE

Dari Brownell & Young tabel 12.2 hal 221 diperoleh dimensi flange untuk semua nozzle, dipilih flange standard type welding neck dengan dimensi nozzle sebagai berikut :

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	1	4 1/4	9/16	2	1 15/16	1,320	2 3/16	1,05
B	6	11	1	8 1/2	7 9/16	6,320	3 1/2	0,62
C	3	7 1/2	1 5/16	5	4 1/4	3,500	2 3/4	3,07
D	3	7 1/2	1 5/16	5	4 1/4	3,500	2 3/4	3,07
E	1 1/4	4 5/8	5/8	2 1/2	2 5/16	1,660	2 1/4	1,61



Gambar 6.2.2. Dimensi Flange pada Nozzle

Keterangan :

- A = Nozzle untuk pemasukan bahan baku
- B = Nozzle untuk pemasukan air
- C = Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran pendingin
- E = Nozzle untuk pengeluaran produk

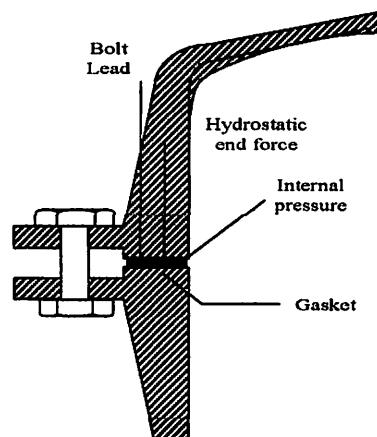
dimana,

- NPS = ukuran pipa nozzle (in)
 A = diameter luar flange (in)
 T = ketebalan flange (in)
 R = diameter luar bagian yang menonjol (in)
 E = diameter pusat dari dasar (in)
 K = diameter hubungan pada titik pengelasan (in)
 L = panjang (in)
 B = diameter dalam flange (in)

6.5. Perancangan Dimensi Gasket, Bolting dan Flange tangki Reaktor

Dari perancangan silinder reaktor dapat diketahui data sebagai berikut :

- Tebal silinder (t_s) = $3/16$ in
- Diameter dalam silinder (d_i) = 95,6250 in
- Diameter luar silinder (d_o) = 96 in
- Tekanan internal tangki (P_i) = 22,3344 psi
- Stress yang diijinkan (f) = 18750
- Faktor korosi yang dipakai (C) = $1/16$



Gambar 6.2.3. Dimensi Gasket dan Bolting

A. Dimensi Gasket

Dari fig. 12.11 Brownell & Young, hal. 228, didapatkan :

Bahan konstruksi	=	Flat metal, jacketed, asbestos filled (stainless steel)
Gasket factor (m)	=	3,75
Min design seating stress (y)	=	9000

Perhitungan Lebar Gasket

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{y - p \times m}{y - p (m + 1)}}$$

(Brownell & Young, Pers. 12.2, hal. 226)

dimana,	d_o	=	diameter luar gasket
	d_i	=	diameter dalam gasket
	y	=	Min design seating stress = 9000
	p	=	internal pressure = 22,33 psi
	m	=	gasket factor = 3,75

$$\text{Sehingga didapat: } \frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{y - p \times m}{y - p (m + 1)}} = 1,0013$$

Diketahui : $d_i \text{ gasket} = d_o \text{ shell} = 120 \text{ in}$

sehingga :

$$\frac{d_o}{d_i} = 1,0013$$

$$\frac{d_o}{96} = 1,0013$$

$$d_o = 96,120 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar gasket minimum} &= \frac{d_o - d_i}{2} = \frac{96,120 - 96}{2} \\ &= 0,060 \\ &= 0,964 \approx 0,0625 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{Diambil lebar gasket (n)} = 0,0625 \text{ in}$$

Diameter rata-rata gasket (G) :

$$\begin{aligned} G &= d_i + n \\ &= 96 + 0,0625 \\ &= 96,063 \text{ in} \end{aligned}$$

Perhitungan Beban Gasket (W_{m2})

Beban gasket agar tidak bocor (H_y)

$$W_{m2} = H_y = \pi \times b \times G \times y$$

dimana,

b = beban efektif gasket

G = diameter rata-rata gasket

y = 9000

Dari fig. 12.12 Brownell & Young, hal. 229 :

b = b_o jika $b_o \leq 1/4$ in

b = $\sqrt{\frac{b_o}{2}}$ jika $b_o > 1/4$ in

$$\text{Lebar setting gasket bawah} = b_o = \frac{n}{2} = \frac{0,0625}{2} = 0,0313 \text{ in}$$

karena $\leq 1/4$ in, maka $b = b_o = 0,03125$ in

$$\begin{aligned} W_{m2} &= H_y = \pi \times b \times G \times y \\ &= 3,14 \times 0,03125 \times 96,0625 \times 9000 \\ &= 84835,195 \text{ lb} \end{aligned}$$

Perhitungan Beban Operasi pada Kondisi Kerja (W_{m1})

$$W_{m1} = H + H_p \quad (\text{Brownell \& Young, Pers. 12.91, hal. 240})$$

- Beban untuk menjaga sambungan (H_p)

$$\begin{aligned} H_p &= 2\pi \times b \times G \times m \times p \\ &= 2 \times 0,03125 \times 96,063 \times 3,75 \times 22,3344 \end{aligned}$$

$$= 1578,9562 \text{ lb}$$

- Beban karena tekanan dalam (H)

$$\begin{aligned} H &= \pi/4 \times G^2 \times p \\ &= \frac{3,14}{4} \times (96,0625)^2 \times 22,3344 \\ &= 161790,4 \text{ lb} \end{aligned}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} W_{m1} &= H + H_p \\ &= 161790,376 + 1578,9562 \\ &= 163369,332 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa $W_{m1} > W_{m2}$, sehingga dapat disimpulkan bahwa beban kerja yang digunakan dalam proses adalah W_{m1} .

B. Dimensi Bolting

Dari App.D-4 Brownell & Young, hal. 344, diperoleh data :

Bahan konstruksi	: High Alloy Steel SA-193 Grade B8 Type 304
Tensile strength min.	: 75000 psi
Allowable stress (f)	: 15000

Perhitungan luas minimum bolting area

$$\begin{aligned} A_{m1} &= \frac{W_{m1}}{f} \\ &= \frac{163369,332}{15000} \\ &= 10,89 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Dari tabel 10.4 Brownell & Young, hal. 188 untuk ukuran baut 3 in :

Ukuran baut	: 1 1/4 in
Root area	: 0,89 in ²
Bolt spacing minimum (Bs)	: 2 1/4 in

Minimum radial distance (R)	:	3/4	in
Edge distance (E)	:	1 1/4	in
Nut dimension	:	2	in
Maximum fillet radius	:	9/16	in
Jumlah bolting optimum	=	$\frac{A_{mi}}{\text{root area}}$	
	=	$\frac{10,89}{0,89}$	
	=	12 buah	

Evaluasi lebar gasket

$$\begin{aligned}
 Ab_{\text{actual}} &= \text{jumlah bolt} \times \text{root area} \\
 &= 12 \times 0,89 \\
 &= 10,8913 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

Lebar gasket minimum (W)

$$\begin{aligned}
 W &= Ab_{\text{actual}} \times \frac{f}{2 \times \pi \times y \times G} \\
 &= \frac{10,8913 \times 15000}{2 \times 3,14 \times 9000 \times 96,0625} \\
 &= 0,0301 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Nilai W < lebar gasket telah ditentukan (0.125 in), sehingga lebar gasket telah memadai.

C. Dimensi Flange

Dari App.D-4 Brownell & Young, hal. 342 diperoleh data :

Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA-167 Grade 10 Type 310
Tensile strength min.	:	75000 psi
Allowable stress (f)	:	18750

Type flange : Loose ring flange

Perhitungan diameter luar flange (A)

$$\begin{aligned} \text{Do flange} &= \text{bolt circle diameter} + 2E \\ &= C + 2E \end{aligned}$$

Dari dimensi baut didapatkan :

$$R = 3/4 \text{ in}$$

$$E = 1 \ 1/4 \text{ in}$$

$$g_o = t_s = 2/16 \text{ in}$$

$$C = \text{di gasket} + 2 (1,415 \times g_o \times R)$$

$$= 96 + 2 \times 1,415 \times 2/16 \times 3/4$$

$$= 97,2823 \text{ in}$$

$$\text{Maka, Do flange} = 97,2823 + 2 \times 1 \ 1/4$$

$$= 99,7823 \text{ in}$$

Perhitungan Moment

Total moment pada kondisi operasi :

$$M_o = M_D + M_G + M_T$$

Dari pers. 12.94 Brownell & Young hal. 242, untuk keadaan bolting up (tanpa tekanan uap dalam) :

$$\begin{aligned} W &= \left(\frac{A_{ml} + A_b}{2} \right) \times f \\ &= \frac{10,8912888 + 10,8913}{2} \times 18750 \\ &= 204211,6655 \text{ lb} \end{aligned}$$

Jarak radial dari beban gasket yang bereaksi terhadap bolt circle :

$$h_G = \frac{C - G}{2}$$

(Brownell & Young, Pers. 12.101, hal. 242)

$$= \frac{97,2823 - 96,0625}{2}$$

$$= 0,61 \text{ in}$$

Menentukan moment flange (M_a) :

$$\begin{aligned} M_a &= W \times h_G \\ &= 204211,6655 \times 0,6099 \\ &= 124553,1619 \text{ in} \end{aligned}$$

Dalam kondisi operasi :

$$W = W_{m1} = 163369,332 \text{ lb} \quad (\text{Brownell \& Young, Pers. 12.95, hal. 242})$$

Menghitung moment komponen hingga H_D (M_D)

$$M_D = H_D \times h_D \quad (\text{Brownell \& Young, Pers. 12.96, hal. 242})$$

$$\begin{aligned} H_D &= 0,785 \times B^2 \times P \\ &= 0,785 \times 9216 \times 22,3344 \\ &= 161579,9172 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_D &= \frac{C - B}{2} \\ &= \frac{97,2823 - 96}{2} \end{aligned}$$

$$= 0,64117187 \text{ in}$$

maka :

$$\begin{aligned} M_D &= H_D \times h_D \\ &= 161579,9172 \times 0,64117 \\ &= 103600,4985 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Menghitung moment komponen hingga H_G (M_G)

$$M_G = H_G \times h_G$$

$$\begin{aligned}
 H_G &= W - H = W_{m1} - H \\
 &= 163369,332 - 161790,376 \\
 &= 1578,9562 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h_G &= \frac{C - G}{2} \\
 &= \frac{97,2823 - 96,0625}{2} \\
 &= 0,60992187 \text{ in}
 \end{aligned}$$

maka,

$$\begin{aligned}
 M_G &= H_G \times h_G \\
 &= 1578,9562 \times 0,60992 \\
 &= 963,0399117 \text{ lb.in}
 \end{aligned}$$

Menghitung moment komponen hingga H_T (M_T)

$$M_T = H_T \times h_T \quad (\text{Brownell \& Young, Pers. 12.97, hal. 242})$$

$$\begin{aligned}
 H_T &= H_D - H \\
 &= 161790,3762 - 161579,917 \\
 &= 210,4590 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h_T &= \frac{h_D + h_G}{2} \\
 &= \frac{0,64117187 + 0,60992}{2} \\
 &= 0,62555 \text{ in}
 \end{aligned}$$

maka,

$$\begin{aligned}
 M_T &= H_T \times h_T \\
 &= 210,4590 \times 0,62555 \\
 &= 131,6520 \text{ lb.in}
 \end{aligned}$$

Maka moment total pada keadaan operasi :

$$\begin{aligned}
 M_o &= M_D + M_G + M_T \\
 &= 103600,4985 + 963,0399117 + 131,6520 \\
 &= 104695,1904 \text{ lb.in}
 \end{aligned}$$

$$\text{Karena } M_o < M_a, \text{ maka } M_{\max} = M_o = 104695,19 \text{ lb.in}$$

Perhitungan tebal flange

$$f_T = \frac{Y \times M_o}{t^2 \times B}$$

sehingga diperoleh rumus :

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M_o}{f \times B}} \quad \text{dan } k = A/B$$

dimana, A = diameter luar flange
 B = diameter luar silinder
 f = stress yang diijinkan

$$\begin{aligned}
 \text{maka, } k &= \frac{99,7823}{96} \\
 &= 1,0394
 \end{aligned}$$

Dari fig.12.22 Brownell & Young hal. 238 , didapatkan :

$$Y = 40$$

$$M_{\max} = M_o = 104695,1904 \text{ lb.in}$$

Sehingga tebal flange :

$$\begin{aligned}
 t &= \sqrt{\frac{Y \times M_o}{f \times B}} \\
 &= \sqrt{\frac{40 \times 104695,19}{18750 \times 96}} = 1,5253 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Kesimpulan Perancangan :

Flange pada tangki :

Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA-167 Grade 10 Type 310
Tensile strength minimum	:	75000 psi
Type flange	:	Loose ring flange
Tebal flange	:	1,5253 in
Allowable stress (f)	:	18750

Bolting pada tangki :

Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA-193 Grade B8 Type 304
Tensile strength minimum	:	75000 psi
Allowable stress (f)	:	15000
Ukuran baut	:	1 1/4 in
Jumlah baut	:	12 buah
Bolt spacing (B_S)	:	2 1/4 in
Min. radial distance (R)	:	3/4 in
Edge distance (E)	:	1 1/4 in

Gasket pada tangki :

Bahan konstruksi	:	Flat metal, jacketed, asbestos filled (stainless steel)
Gasket factor (m)	:	3,8
Min design seating stress (y)	:	9000
Lebar gasket	:	0,0625 in

6.6. PERANCANGAN SISTEM PENYANGGA REAKTOR**A. Menentukan Berat Reaktor**

Dari perancangan silinder reactor dapat diketahui data sebagai berikut :

Bahan konstruksi	:	Stainless Steel SA-240 Grade M type 316
Tebal silinder (t_S)	:	3/16 in
Tinggi badan silinder (L_S)	:	143,4375 in = 11,953125 ft
Diameter luar silinder (D_o)	:	96 in = 8,0000 ft

$$\text{Diameter dalam } (D_i) \quad : \quad 95,6250 \quad \text{in} \quad = \quad 7,96875 \quad \text{ft}$$

$$\text{Tekanan internal tangki } (P_i) \quad : \quad 22,3344 \quad \text{psi}$$

Menentukan berat tangki kosong

Bahan konstruksi yang digunakan adalah steel

$$\rho_{\text{steel}} = 489 \text{ lb/ft}^3 \quad (\text{Tabel 2-118, Perry's})$$

$$\begin{aligned} W_s &= \frac{\pi}{4} \times (D_o^2 - D_i^2) \times H \times \rho \\ &= 0,785 \times 64 - 63,50 \times 11,95 \times 489 \\ &= 2289,712318 \text{ lb} \\ &= 1038,59061 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menentukan Berat Tutup Atas Reaktor

Tutup atas berbentuk standard dished

$$t_{ha} = 3/16 \text{ in} = 0,0156 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{tutup atas dalam}} &= 0,0847 \times D_i^3 \\ &= 0,0847 \times 506,0234 \\ &= 42,8602 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{tutup atas luar}} &= 0,0847 \times (D_i + t_{ha})^3 \\ &= 0,0847 \times 509,0058556 \\ &= 43,112796 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{dinding tutup atas}} &= V_{\text{tutup atas luar}} - V_{\text{tutup atas dalam}} \\ &= 43,112796 - 42,8602 \\ &= 0,2526 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Berat tutup atas :

$$\begin{aligned} W_{\text{tutup atas}} &= V_{\text{dinding tutup atas}} \times \rho_{\text{steel}} \\ &= 0,2526 \times 489 \\ &= 123,5279499 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$= 56,0310 \quad \text{kg}$$

Menentukan Berat Tutup Bawah Reaktor

Tutup bawah berbentuk conical

$$\text{thb} = 3/16 \quad \text{in} = 0,0156 \quad \text{ft}$$

$$\alpha = 120^\circ$$

$$\begin{aligned} V_{\text{tutup bawah dalam}} &= \frac{\pi}{24} \times \frac{D_i^3}{\tan(\frac{1}{2}\alpha)} \\ &= \frac{3,14}{24} \times \frac{506,0234}{1,73205} = 38,2233 \quad \text{ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{tutup bawah luar}} &= \frac{\pi}{24} \times \frac{(D_i + \text{thb})^3}{\tan(\frac{1}{2}\alpha)} \\ &= \frac{3,14}{24} \times \frac{509,00586}{1,73205} = 38,4486 \quad \text{ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{dinding tutup bawah}} &= V_{\text{tutup bawah luar}} - V_{\text{tutup bawah dalam}} \\ &= 38,4486 - 38,2233 \\ &= 0,2253 \quad \text{ft}^3 \end{aligned}$$

Berat tutup bawah :

$$\begin{aligned} W_{\text{tutup bawah}} &= V_{\text{dinding tutup bawah}} \times \rho_{\text{steel}} \\ &= 0,2253 \quad \times \quad 489 \\ &= 110,164028 \quad \text{lb} \\ &= 49,9693 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

Menentukan Berat Larutan Dalam Reaktor

Rumus :

$$W_1 = m \times t$$

dimana,

$$m = \text{berat larutan dalam reaktor} = 37705,9214 \text{ lb/jam}$$

$$t = \text{waktu tinggal larutan dalam reaktor} = 1 \text{ jam}$$

maka :

$$W_1 = 37705,9214 \times 1$$

$$= 37705,9214 \text{ lb}$$

$$= 17103,0289 \text{ kg}$$

Menentukan Berat Poros Pengaduk

Dari perhitungan dimensi poros pengaduk diperoleh data :

$$\text{Panjang poros pengaduk (Lps)} : 11,4405 \text{ ft}$$

$$\text{Diameter poros pengaduk (Dps)} : 0,09511 \text{ ft}$$

$$W_p = V \cdot \rho$$

$$V = \pi/4 \cdot D^2 \cdot L$$

$$W_{\text{poros pengaduk}} = \left(\frac{\pi}{4} \times D^2 \times L \right) \times \rho$$

$$= \frac{3,14}{4} \times 0,09511^2 \times 11,4405 \times 489$$

$$= 39,728 \text{ lb}$$

$$= 18,0201 \text{ kg}$$

Menentukan Berat Pengaduk

Rumus :

$$W_p = V \cdot \rho$$

$$V = 6 (p \cdot l \cdot t)$$

$$p = D_i / 2$$

- W_p = berat impeller dalam reaktor, lb
- V = volume dari total blades, ft^3

- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³
- p = panjang 1 kupingan blade, ft
- l = lebar 1 kupingan blade = 5,7375 in = 0,4781 ft
- t = tebal 1 kupingan blade = 7,9688 in = 0,6641 ft
- Di = diameter pengaduk (impeller) = 28,688 in = 2,3906 ft
- n = Jumlah blade (n) = 6 buah

Volume impeller pengaduk :

$$\begin{aligned}
 - p &= Di/2 \\
 &= \frac{2,3906}{2} = 1,1953125 \text{ ft} \\
 - V &= n \times p \times l \times t \\
 &= 6 \times 1,1953 \times 0,47813 \times 0,6641 \\
 &= 2,27710533 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

- Berat impeller (pengaduk)

$$\begin{aligned}
 W_p &= V \times \rho \\
 &= 2,2771 \text{ ft}^3 \times 489 \text{ lb/ft}^3 \\
 &= 1113,5045 \text{ lb} \\
 &= 505,0745 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Menghitung Berat Perlengkapan Lain (Attachment)

Berat attachment merupakan berat dari seluruh perlengkapan seperti nozzle, flange, baut, dan sebagainya.

$$\begin{aligned}
 W_a &= 18\% \times W_s \\
 &= 18\% \times 1038,5906 \\
 &= 186,9463 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Menghitung Berat Total Reaktor

$$W_T = W_s + W_{\text{tutup atas}} + W_{\text{tutup bawah}} + W_L + W_{\text{poros pengaduk}} + W_{\text{pengaduk}} +$$

$$\begin{aligned}
 & W_{\text{steam}} + W_a \\
 = & 1038,591 \quad + \quad 56,0310 \quad + \quad 49,9693 \quad + \quad 17103,029 \quad + \\
 & 18,0201 \quad + \quad 505,075 \quad + \quad 0,0000 \quad + \quad 186,9463 \\
 = & 18957,6607 \quad \text{kg}
 \end{aligned}$$

Dengan memperhatikan faktor keamanan sebesar 20% maka berat total beban reaktor adalah :

$$\begin{aligned}
 W_{\text{TOTAL}} &= 1,2 \quad \times \quad 18957,6607 \\
 &= 22749,19289 \quad \text{kg} \\
 &= 50152,87065 \quad \text{lb}
 \end{aligned}$$

B. Perancangan Leg Support (Penyangga)

Reaktor yang dirancang nantinya akan diletakkan didalam bangunan sehingga tidak dipengaruhi dengan adanya tekanan angin.

Dasar Perhitungan :

Beban tiap kolom :

$$P = \frac{4 \times P_w \times (H-l)}{n \times D_{bc}} + \frac{\sum W}{n} \quad (\text{Pers. 10.76 Brownell \& Young, hal.197})$$

dimana,

P = beban tiap kolom, lb

P_w = total beban permukaan karena angin, lb

V_w = kecepatan angin = 10 knot = 18,52 km/jam = 11,5078 mph

H = tinggi vessel dari pondasi, ft

L = jarak antara vessel dengan dasar pondasi, ft

P = beban kompresi total maksimum untuk tiap leg, lb

n = jumlah support = 4 buah

W = berat total = 50152,8707 lb

D_{bc} = diameter anchor bolt circle

Reaktor diletakkan didalam ruangan, sehingga tidak dipengaruhi adanya tekanan angin
maka berlaku rumus :

$$P_w = 0$$

$$P = \frac{\Sigma W}{n}$$

$$= \frac{50152,8707 \text{ lb}}{4}$$

$$= 12538,2177 \text{ lb}$$

Direncanakan :

- Jarak kolom penyangga dari tanah (L) = 5 ft
- Tinggi silinder (H) = 191,09 in = 15,924 ft
- Panjang penyangga = $\frac{1}{2} (H + L)$
= $\frac{1}{2} (15,924 + 5)$
= 10,4621941 ft
= 125,546329 in

Trial Ukuran I Beam

Untuk mendapatkan ukuran I-Beam didasarkan pada ukuran standard dari

App.G Brownell & Young, hal. 355 yaitu :

Trial I-Beam 6 in ukuran $6 \times 3 \frac{3}{8}$ dengan pemasangan memakai beban
eksentrik (terhadap sumbu), didapatkan :

Nominal size	:	3 in
Berat	:	5,7 lb
Area of section (Ay)	:	1,64 in ²
Depth of beam (h)	:	3 in

Width of flange (b) : 2,330 in

I_{1-1} : 2,50 in⁴

Axis (r) : 1,230 in

- Menghitung tinggi total reaktor (H)

Jarak antara base plate dengan bagian bawah silinder (L) diambil untuk nilai optimumnya, yaitu 5 ft

Tinggi reaktor = 15,9243881 ft

Maka :

Tinggi total reaktor (H) = 5 + 15,92438814
= 20,9243881 ft

- Menghitung panjang Leg (l)

$l = 0,5 H + 2,5$ ft
= 0,5 x 20,9243881 + 2,5 ft
= 12,9621941 ft
= 155,546329 in

- Menghitung bearing capacity (fc)

Dengan :

$$\frac{l}{r} = \frac{155,546329}{1,230} = 126,4604 > 60$$

karena L/r antara 60 - 200, maka :

$$f_c = \frac{18000}{1 + \frac{126,4604}{18000} i^2} = 9531,587114 \text{ psia}$$

sehingga :

$$f_{\text{eksentrik}} = \frac{P(a + 0,5b)}{\frac{I_{1-1}}{0,5b}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{12538,2177 (1,5 + 0,5 \times 2,330)}{2,50} \\
 &= 18557,7861 \text{ lb/in}^2 \\
 f_c \text{ aman} &= f_c - f_{\text{aksentrik}} \\
 &= 9531,587114 - 18557,7861 \\
 &= 9026,199 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Luas yang dibutuhkan (A)

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{P}{f_c \text{ aman}} \\
 &= \frac{12538,2177}{9026,199} \\
 &= 1,38909165 \text{ in}^2 < A_y
 \end{aligned}$$

Karena $A < A_y$ yang tersedia (A_y) maka trial I-Beam sudah memadai.

C. Perancangan Base Plate

Perencanaan :

Base plate yang dibuat memiliki toleransi panjang sebesar 5% dan toleransi lebar sebesar 20%.

(Hesse, hal. 163)

Bahan konstruksi	:	Beton
Ketahanan bearing terhadap stress (f_c)	:	600 lb/in ²
Kedalaman beam(h)	:	4 in
Lebar flange (b)	:	2,66 in

- Menghitung luas penampang base plate (A_{bp})

$$\begin{aligned}
 A_{bp} &= \frac{P}{f_c} \\
 &= \frac{12538,2}{600}
 \end{aligned}$$

$$= 20,8970294 \text{ in}^2$$

- **Menghitung panjang dan lebar base plate**

$$A_{bp} = p \times l$$

Dimana :

$$A_{bp} = \text{luas base plate}$$

$$= 20,8970294 \text{ in}^2$$

$$l = \text{lebar base plate, in}$$

$$= 2n + 0,95h$$

$$p = \text{panjang base plate, in}$$

$$= 2m + 0,8b$$

Diasumsikan $m = n$

(Hesse, hal. 163)

$$b = 2,33 \text{ in}$$

$$h = 3 \text{ in}$$

maka,

$$A_{bp} = (2m + 0,8b) \times (2n + 0,95h)$$

$$20,8970294 \text{ in}^2 = [2m + 0,8(2,66)] \times [2m + 0,95(4)]$$

$$20,8970294 \text{ in}^2 = [2m + 1,864] \times [2m + 3]$$

$$20,8970294 \text{ in}^2 = 4m^2 + 9,428m + 5,3124$$

$$0 = 4m^2 + 9,428m - 15,584629$$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan :

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$m = 27,3547 \text{ in}$$

$$m = -46,211 \text{ in}$$

$$\text{Diambil } m = m_1 = 27,3547 \text{ in}$$

Sehingga :

$$\text{Panjang base plate (p)} = 2m + 0,8b$$

$$= (2 \times 27,35467282) + (0,8 \times 2,66)$$

$$= 56,8373456 \text{ in} \approx 36 \text{ in}$$

Lebar base plate (l)

$$= 2n + 0,95h$$

$$= (2 \times 27,35467282) + (0,95 \times 4)$$

$$= 58,5093456 \text{ in} \approx 37 \text{ in}$$

Karena nilai $p > l$, maka nilai p dijadikan sebagai acuan menghitung $A_{bp \text{ baru}}$,
agar $A_{bp \text{ baru}} > A_{bp}$

- **Menghitung luas penampang base plate baru ($A_{bp \text{ baru}}$)**

$$A_{bp \text{ baru}} = p \times l$$

$$= 36 \times 37$$

$$= 1332 \text{ in}^2$$

- **Menghitung harga m dan n baru**

Harga m atau n yang dipakai adalah yang memiliki harga terbesar.

$$p = 2m + 0,8b$$

$$58,5093456 = 2m + (0,8 \times 2,66)$$

$$m = 28,1906728 \text{ in}$$

$$l = 2n + 0,95h$$

$$58,5093456 = 2n + (0,95 \times 4)$$

$$n = 27,3546728 \text{ in}$$

Karena harga $m > n$ maka m dijadikan sebagai acuan

- **Menghitung stress yang harus ditahan oleh bearing (fc')**

$$fc' = \frac{P}{A_{bp \text{ baru}}}$$

$$= \frac{12538,22}{1332}$$

$$= 9,41307632 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ lb/in}^2$$

Karena $fc' < fc$, maka dimensi base plate sudah memenuhi

- **Menghitung tebal base plate**

Diketahui :

$$m = 28,1906728 \text{ in}$$

$$P = fc' = 9,41307632 \text{ lb/in}^2$$

maka,

$$t = \sqrt{\frac{0,00015 \times P \times n^2}{0,00015 \times 9,41307632 \times 28,1906728 \text{ i}^2}}$$

$$= 1,05929485 \text{ in}$$

- **Menghitung dimensi baut dari base plate**

Diketahui :

$$\text{Gaya yang bekerja pada I Leg (P)} = 12538,22 \text{ lb}$$

$$\text{Jumlah baut pada setiap Leg} = 4 \text{ buah}$$

Beban tiap baut :

$$P_{\text{baut}} = \frac{P}{n_{\text{baut}}}$$

$$= \frac{12538,22}{4}$$

$$= 3134,55442 \text{ lb}$$

Bahan baut : High Alloy Steel SA-193 grade B type 321

Max Allowable stress (f) : 15000 psi

$$A_{\text{baut}} = \frac{P_{\text{baut}}}{f_{\text{baut}}}$$

$$= \frac{3134,55}{15000}$$

$$= 0,20897029 \text{ in}^2$$

$$A_{\text{baut}} = \frac{\pi \times d_{\text{baut}}^2}{4}$$

$$0,209 = \frac{3,14 \times d_{\text{baut}}^2}{4}$$

$$d_{\text{baut}} = 0,5159498 \text{ in}$$

Standarisasi diameter baut dari Tabel 10.4 Brownell & Young hal. 188

sehingga diperoleh ukuran baut 1 in dengan dimensi baut sebagai berikut :

Ukuran baut	=	5/8 in
Root area	=	0,202
Bolt spacing min	=	1 1/2 in
Min. Radial distance	=	15/16 in
Edge distance	=	3/4 in
Nut dimension	=	1 1/16 in
Max filled radius	=	5/16 in

D. Perancangan Lug dan Gusset

Perencanaan:

Digunakan 2 buah plat horizontal (untuk lug) dan 2 buah plat vertikal (untuk gusset).

Type : Double gusset plate

Bahan : High Alloy Steel SA-193 Grade B8t type 321

Max Allowable stress (f) : 15000 psia

μ steel : 0,3

- Menghitung tebal horizontal plate (thp)

$$thp = \sqrt{\frac{6 \times M_y}{f_{\text{allowable}}}}$$

$$M = \frac{P}{\sqrt{\left[\frac{(1+\mu) \times l_1}{2 \times l} + (1-\mu) \right]}}$$

$$\frac{P}{\pi} \left[(1+\mu) \ln \frac{2 \times l}{\pi} + (1-\gamma_1) \right]$$

- Menentukan gusset spacing (b')

Diketahui :

$$\text{Lebar flange (b)} = 2,66 \text{ in}$$

$$d_{\text{baut}} = 0,625 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} b' &= b + (2 \times d_{\text{baut}}) \\ &= 2,66 + (2 \times 0,625) \\ &= 3,91 \text{ in} \end{aligned}$$

- Menentukan panjang lug (l) dengan konstanta γ_1

Diketahui :

$$l = b_{\text{I-Beam}} = \text{lebar flange} = 2,66 \text{ in}$$

$$\frac{b'}{l} = \frac{3,91}{2,66} = 1,4699$$

Dari Tabel 10.6 Brownell & Young hal. 192 diperoleh :

$$\gamma_1 = 0,211$$

- Menentukan radius (e)

Diketahui :

$$\text{Tebal silinder reaktor} = 0,125 \text{ in}$$

$$e = 0,5ts + 1,5 + 0,5 b_{\text{I-Beam}}$$

$$= 2,8925$$

$$M_y = \frac{P}{\pi} \times \left[(1+\mu) \times \ln \frac{2 \times l}{\pi} + (1-\gamma_1) \right]$$

$$M_y = 809,0013213 \text{ in-lb}$$

Maka :

$$\text{thp} = \sqrt{\frac{6 \times M_y}{f_{\text{allowable}}}}$$

$$t_{hp} = \sqrt{\frac{6 \times 809,0013213}{15000}} = 0,568858971 \text{ in}$$

- Menghitung tebal gusset (t_g)

$$\begin{aligned} t_g &= \frac{3}{8} \times t_{hp} \\ &= \frac{3}{8} \times 0,5689 \\ &= 0,21332211 \text{ in} \end{aligned}$$

- Menghitung tinggi gusset (h_g)

$$h_g = A + \text{ukuran baut}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana } A &= \text{lebar lug} = \text{ukuran baut} + 9 \text{ in} \\ &= 5/8 \text{ in} + 9 \text{ in} \\ &= 40769 \text{ in-lb} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} h_g &= A + \text{ukuran baut} \\ &= 40769 + 5/8 \\ &= 81529 \text{ in} \end{aligned}$$

- Menghitung tinggi lug (h)

$$\begin{aligned} h &= h_g + 2t_{hp} \\ &= 81529 \text{ in} + 2(0,56885897) \\ &= 81530,1377 \text{ in} \end{aligned}$$

Perancangan Pondasi

Dasar perhitungan :

- Beban tiap kolom (W)

$$W = P = 12538,22 \text{ lb}$$

- Menghitung beban base plate (W_{bp})

$$W_{bp} = p \times l \times t \times \rho$$

Dimana :

$$p = \text{panjang base plate} = 36 \text{ in} = 3 \text{ ft}$$

$$l = \text{lebar base plate} = 37 \text{ in} = 3,0833 \text{ ft}$$

$$t = \text{tebal base plate} = 1,05929485 \text{ in} = 0,0883 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{densitas bahan konstruksi} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

Beban yang ditanggung tiap kolom :

$$\begin{aligned} W_{bp} &= p \times l \times t \times \rho \\ &= 3 \times 3,08333333 \times 0,088274571 \times 489 \\ &= 399,287952 \end{aligned}$$

- Menghitung beban kolom penyangga

$$W_p = L \times A \times F \times \rho$$

Dimana :

$$L = \text{Tinggi kolom} = 3 \text{ in} = 0,25 \text{ ft}$$

$$A = \text{luas kolom I-Beam} = 1,3891 \text{ in}^2 = 0,0096 \text{ ft}$$

$$F = \text{faktor koreksi} = 3,4$$

$$\rho = \text{densitas dari bahan konstruksi} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

Maka beban tiap penyangga :

$$\begin{aligned} W_p &= L \times A \times F \times \rho \\ &= 0,25 \times 0,0096 \times 3,4 \times 489 \\ &= 4,00955518 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Menghitung berat total dari reaktor dan support

$$\begin{aligned} W_T &= W + W_{bp} + W_p \\ &= 12538,22 + 399,287952 + 4,00955518 \\ &= 12941,5152 \text{ lb} \end{aligned}$$

Gaya yang bekerja pada pondasi dianggap hanya gaya vertikal dari berat kolom

Untuk itu luas yang dibutuhkan untuk menahan beban tersebut adalah :

- Luas pondasi atas = 20 x 20 in
- Luas pondasi bawah = 32 x 32 in
- Tinggi = 25 in

$$\begin{aligned} \text{Luas pondasi rata-rata (A)} &= \frac{\text{Luas pondasi atas} + \text{Luas pondasi bawah}}{2} \\ &= \frac{(20 \times 20) \text{ in}^2 + (32 \times 32) \text{ in}^2}{2} \\ &= 712 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume pondasi (V)} &= A \times H \\ &= 712 \times 25 \\ &= 17800 \text{ in}^3 \\ &= 10,3009259 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Bahan konstruksi pondasi : semen batu pasir

Densitas : 137 lb/ft³ (Tabel 2-118 Perry's)

$$\begin{aligned} \text{Berat pondasi (W)} &= V \times \rho \\ &= 10,3009259 \times 137 \\ &= 1411,226852 \text{ lb} \\ &= 640,1183877 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menghitung tekanan tanah

Pondasi didirikan diatas semen sand dan gravel, dengan

- Save bearing power minimum = 5 ton/ft²
- Save bearing power maximum = 10 ton/ft² (Tabel 12.2 Hesse, hal 327)

Kemampuan tekanan tanah sebesar :

$$\begin{aligned} P &= 10 \text{ ton/ft}^2 \\ &= 22046 \text{ lb/ft}^2 \end{aligned}$$

Tekanan pada tanah :

$$P = \frac{W}{A}$$

Dimana :

W = berat beban total + berat pondasi

A = Luas bawah pondasi

Sehingga :

$$\begin{aligned} P &= \frac{W}{A} \\ &= \frac{12941,52 + 1411,22685}{1024} \\ &= 14,0163496 \text{ lb/in}^2 \\ &= 2018,354347 \text{ lb/ft}^2 \end{aligned}$$

Karena tekanan yang diberikan oleh tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran luas atas sebesar (20 x 20) in dan ukuran luas bawah sebesar (32 x 32) in dengan tinggi pondasi sebesar 25 in dapat digunakan.

Spesifikasi Alat Utama I

Nama alat : Reaktor I

Kode : R-120

Fungsi : Untuk mereaksikan Bauksit dengan H_2SO_4

Type : Reaktor mixed flow berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas *standart dished* dan tutup bawah berbentuk *conical dished* dengan sudut puncak 120°

Bahan konstruksi : *High Alloy Steel SA-240 grade M type 316*

Prinsip kerja : Reaktor merupakan tempat terjadinya reaksi antara bahan baku menjadi produk. Reaktor yang digunakan pada pabrik

ini adalah reaktor jenis mixed flow yang memiliki pengaduk dan coil. Bahan baku masuk berupa baiksit yang kemudian diuraikan dengan asam sulfat pada suhu 110°C selama 1 jam. Reaksinya bersifat exsotermis

Kesimpulan dimensi Reaktor :

1 Bagian Silinder

- Diameter Luar Silinder (Do)	=	96	in
- Diameter Dalam Silinder (Di)	=	95,63	in
- Tinggi Silinder (Ls)	=	143,44	in
- Tebal Silinder (ts)	=	0,1295	in
- Tebal tutup atas (tha)	=	0,1886	in
- Tebal tutup bawah (thb)	=	0,1057	in
- Tinggi tutup atas (ha)	=	18,55	in
- Tinggi tutup bawah (hb)	=	29,10	in
- Tinggi Reaktor (H)	=	191,09	in

2. Bagian Pengaduk

- Tipe	=	<i>Flat Six Blade Turbin with Disk</i>
- Bahan Konstruksi	=	<i>High Alloy Steel SA-240 grade M type 316</i>
- Diameter Impeller (Da)	=	28,6875 in
- Tinggi Impeller di atas tangki (C)	=	31,8750 in
- Lebar Impeller (W)	=	5,7375 in
- Panjang Impeller (L)	=	7,1719 in
- Lebar Baffle (J)	=	7,1719 in
- Jumlah Pengaduk (np)	=	1 buah
- Daya (P)	=	3 hp
- Panjang Poros (L)	=	137,29 in

$$\text{- Diameter Poros (D)} = 1,1413 \text{ in}$$

3. Nozzle

a. Nozzle untuk memasukkan produk

- Diameter dalam (di) = 1,3150 in
- Diameter luar (do) = 1,0490 in
- Schedule = 40
- Luas (A) = 0,006 ft²

b. Nozzle untuk memasukkan air

- Diameter dalam (di) = 6 in
- Diameter luar (do) = 6,6250 in
- Schedule = 80
- Luas (A) = 0,201 ft²

c. Nozzle untuk pemasukan pendingin

- Diameter dalam (di) = 3,0680 in
- Diameter luar (do) = 3,5000 in
- Schedule = 80
- Luas (A) = 0,051 ft²

d. Nozzle untuk pengeluaran air dari coil

- Diameter dalam (di) = 6,0650 in
- Diameter luar (do) = 3,5000 in
- Schedule = 40
- Luas (A) = 5,130E-02 ft²

e. Nozzle untuk pengeluaran produk

- Diameter dalam (di) = 1,3800 in
- Diameter luar (do) = 1,6600 in
- Schedule = 40
- Luas (A) = 1,040E-02 ft²

4. Coil pendingin

- Bahan Konstruksi = *High Alloy Steel SA-240*
Grade O type 405
- Tebal Silinder (ts) = 66,8577 in
- Diameter Dalam Silinder (Di) = 89992 in
- Diameter Luar Silinder (Do) = 96 in
- Tekanan Internal Tangki (Pi) = -14,700 psig
- Stress yang Diiijinkan (f) = 18750 psia
- Faktor Korosi yang Dipakai (C) = 0,0625 m

5. Flange

- Bahan Konstruksi = *High Alloy Steel SA-167 Grade 10*
Type 310
- Tensile Strength Minimum = 75000 psia
- Allowable Stress (f) = 18750 lbm/in²
- Type Flange = *Loose ring flange*
- tebal Flange = 1,5253 in

6. Bolting

- Bahan Kontruksi = *High Alloy Steel SA-193 Grade*
B8 Type 304
- Tensile Strength Minimum = 75000 psia
- Allowable Stress (f) = 15000 lbm/in²
- Ukuran Baut = 1,25 in
- Jumlah Baut = 12 buah
- Bolt Spacing Minimum (Bs) = 2 1/4 in
- Min. Radial Distance (R) = 3/4 in
- Edge Distange (E) = 1 1/4 in

7. Gasket

- Bahan Konstruksi = *Flat metal, Jacketed, Asbestos Filled*
- Gasket Faktor = 3,75
- Min. Design Seating Stress (y) = 9000 psia
- Lebar Gasket = 0,0625 in

8. Penyangga

- Jenis = I-beam
- Ukuran = 10x4,625 in
- Nominal Size = 3 in
- Berat = 5,7 lb
- Area of Section (Ay) = 1,6 in²
- Depth of Beam = 3 in
- Width of Beam (b) = 2 in
- Axis (r) = 1,23 in
- I₁₋₁ = 2,50 in
- Tinggi Penyangga = 155,5463 in
- Jumlah penyangga = 4 buah

9. Base Plate

- Panjang Base Plate (p) = 36,0000 in
- Lebar Base Plate (l) = 37 in
- Luas penampang (Abp) = 1332,0000 in²
- Tebal (tbp) = 1,0593 in
- Ukuran Baut = 5/8 in
- Root Area = 0,202 in
- Bolt Spacing Minimum (Bs) = 1 1/2 in
- Minimum Radial Distance (R) = 15/16 in
- Edge Distange (E) = 3/4 in

- Nut Dimention = 1 1/16 in
- Max. Fillet Radius = 5/16 in

10. Lug dan Gusset

a. Lug

- Lebar = 2,6600 in
- Tebal = 0,5689 in
- Tinggi = 81530,1377 in

b. Gusset

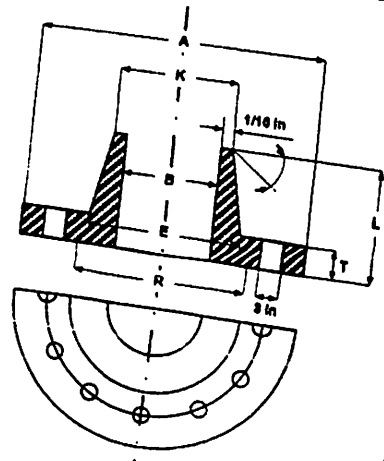
- Tebal = 0,2133 in
- Tinggi = 81530,138 in

11. Pondasi

- Luas Pondasi Atas = 20 x 20 in
- Luas Pondasi Bawah = 32 x 32 in
- Tinggi = 25 in
- Bahan Konstruksi Pondasi = *semen-batu-pasir (Stanonosand)*

TUP ATAS

TUP BAWAH



DETAIL NOZZLE

NOZZLE	NPS	A	T	R	E	L	K	B
A	1	4 1/4	9/16	2	11 5/16	2 3/16	1.320	1.05
B	8	11	1	8 1/2	7 9/16	3 1/2	6.320	0.82
C	3	7 1/2	1 8/18	6	4 1/4	2 3/4	3.600	3.07
D	3	7 1/2	1 8/18	6	4 1/4	2 3/4	4.00	3.07
E	1 1/4	4 5/8	5/8	2 1/2	2 5/16	2 1/4	1.660	1.61

18	POKOK	
18	BASE PLATE	CEMENT, SAND AND GRAVEL
17	NOZZLE PENGELUARAN PRODUK	STEEL
16	TUTUP BAWAH	HAS BA-348 GRADE M TP316
16	PENGADUK	HAS BA-348 GRADE M TP316
14	NOZZLE PENGELUARAN PENDINGIN	HAS BA-348 GRADE M TP316
13	COROS PENYANGGA	HAS BA-348 GRADE M TP316
12	COIL PENDINGIN	HAS BA-348 GRADE M TP316
11	LUG & GUSSET	HAS BA-348 GRADE M TP316
10	POROS PENGADUK	HAS BA-348 GRADE O TP304
9	SHELL	HOT ROLLED STEEL SAE 1020
8	NOZZLE PEMASUKAN PENDINGIN	HAS BA-348 GRADE M TP316
7	GASKET	HAS BA-348 GRADE M TP316
6	FLANGE	HAS BA-348 GRADE M TP316
5	BAUT	ASBESTOS FIBER
4	TUTUP ATAS	HAS BA-187 GRADE 10 TP316
3	NOZZLE PENGELUARAN H2SO4	HAS BA-348 GRADE M TP316
2	NOZZLE PEMASUKAN BAHAN BAKU	HAS BA-348 GRADE M TP316
1	MOTOR PENGGERAK	HAS BA-348 GRADE M TP316
No	NAMA BAGIAN	COMMERCIAL STEEL
		BAHAN KONSTRUKSI

1.3 in

'LATE

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

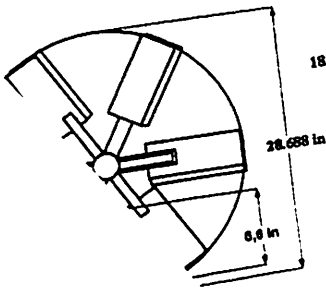
PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR

DIRANCANG OLEH :

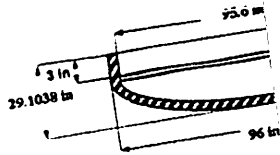
DOSEN PEMBIMBING :

TIMUR FITRA JAYA 06.14.020

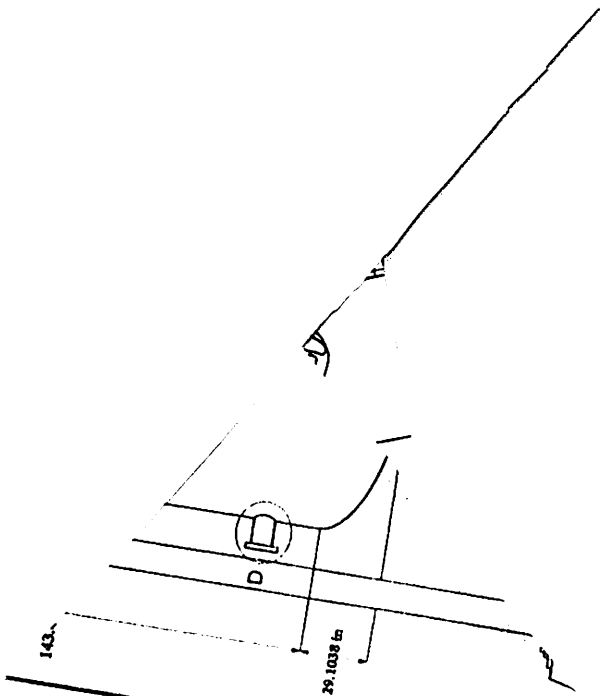
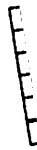
Dr. MUYASSAROH.MT



DETAIL TUT



DETAIL TUTI



BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

Evaporator (V-130)

- Nama alat : *Single Effect Evaporator*
- Fungsi : Untuk memekatkan larutan aluminium sulfat dari konsentrasi 76 % menjadi 96 %
- Type : *Short tube vertical* (calandria) dengan tutup atas berbentuk *standard dished* dan tutup bawah berbentuk *conical*.
- Bahan : HAS SA-240 grade M type 316
- Perlengkapan : *Shell and tube exchanger*, dimana pada tube mengalir fluida yang akan dipekatkan, sedangkan pada bagian shell mengalir steam yang berfungsi sebagai pemanas.
- Dasar pemilihan : - Biaya rendah
- Koefisien perpindahan panas tinggi
- Prinsip kerja : Evaporator merupakan alat untuk memekatkan larutan yang terdiri dari silinder besar (*shell*) yang didalamnya terdapat pipa-pipa kecil (*tube*). Liquid dengan konsentrasi 76 % masuk ke dalam tube evaporator dan kemudian disirkulasikan. Sedangkan steam yang digunakan sebagai pemanas berada di dalam shell sehingga terjadi kontak tidak langsung antara steam dan liquid. Sebagian liquid (H_2O) akan menguap dan sebagian liquid akan turun

melalui *down take* untuk keluar sebagai liquid dengan konsentrasi yang lebih pekat.

6.1. Kondisi Operasi

Jumlah larutan masuk (F)	:	9630,5 kg/jam	
Suhu larutan masuk evaporator	:	75 °C	= 167 °F
Suhu larutan keluar evaporator	:	105 °C	= 221 °F
Suhu steam (T ₁)	:	110 °C	= 230 °F
Tekanan operasi (P)	:	1 atm	= 14,7 psia

6.2. Menentukan Luas Pemanasan

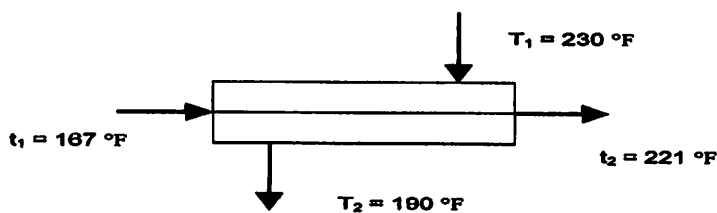
Dari neraca massa, didapatkan :

$$\text{Massa liquid diuapkan (V)} = 2054,7 \text{ kg/jam}$$

Dari neraca panas didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{Massa steam (S)} &= 669,80 \text{ kg/jam} \\ Q &= S \times \lambda_s = 669,80 \text{ kg/jam} \times 2229,7 \text{ kkal/kg} \\ &= \frac{1493453,06 \text{ kkal/jam}}{0,252 \text{ kkal/Btu}} \\ &= 5926401,03 \text{ Btu/jam} \end{aligned}$$

Menghitung ΔT_{LMTD} :



$$\begin{aligned}
 \Delta T_{LMTD} &= \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln [(T_1 - t_2)/(T_2 - t_1)]} \\
 &= \frac{(230 \text{ } ^\circ\text{F} - 221 \text{ } ^\circ\text{F}) - (190 \text{ } ^\circ\text{F} - 167 \text{ } ^\circ\text{F})}{\ln [(230 \text{ } ^\circ\text{F} - 221 \text{ } ^\circ\text{F})/(190 \text{ } ^\circ\text{F} - 167 \text{ } ^\circ\text{F})]} \\
 &= 26,3 \text{ } ^\circ\text{F}
 \end{aligned}$$

Dari Kern, hlm 840, diketahui untuk medium organik ($0,5 < \mu < 2,0$), maka $U_D = 50 - 100 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$

Sehingga didapatkan :

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{Q}{U_D \times \Delta T_{LMTD}} = \frac{5926401,03 \text{ Btu/jam}}{100 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \times 26,3 \text{ } ^\circ\text{F}} \\
 &= 2253,38 \text{ ft}^2 = 187,78 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

Dari Ulrich tabel 4-7 hal.94, luas pemanas di antara $30 - 300 \text{ in}^2$ menggunakan evaporator jenis short tube (calandria).

6.3. Menentukan Dimensi Bagian Pemanas (Tube)

Dari tabel 10, Kern hal. 843 dirancang dimensi pemanas dengan menggunakan ukuran $\frac{3}{4} \text{ in sch. 40, BWG} = 14$.

Panjang tube = 8 ft

Diameter luar (OD) = $\frac{3}{4} \text{ in}$

Diameter dalam (ID) = 0,584 in = 0,0487 ft

Susunan tube = triangular pitch

$a'' = 0,1963 \text{ in}^2$

Luas pemanasan = $187,78 \text{ in}^2$

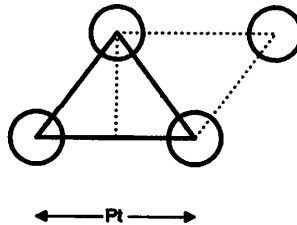
Jumlah tube (Nt) = $A / (a'' \cdot l)$

$$= 187,78 / (0,1963 \cdot 8) = 119,575 \text{ buah} = 120 \text{ buah}$$

Susunan tube triangular dengan N_t teoritis = 121 buah (pada tabel 9, Kern)
dengan ukuran pitch = 1 in.

Direncanakan susunan pipa berbentuk segitiga (triangular pitch)

Gb.



Diasumsikan : $Pt = 1 \text{ in} = 0,0833 \text{ ft}$

Diketahui : $Pt = ID + C$

Sehingga : $C = Pt - ID = 0,0833 \text{ ft} - 0,0487 \text{ ft}$
 $= 0,0346 \text{ ft}$

Luasan triangular pitch = $\frac{1}{2} \times \text{panjang alas} \times \frac{1}{2} Pt \sin 60^\circ$
 $= \frac{1}{2} \times 0,0833 \text{ ft} \times (\frac{1}{2} \times 0,0833 \text{ ft} \times \sin 60^\circ)$
 $= 0,0015 \text{ ft}^2$

Jumlah luasan triangular = $(n - 2) \times \text{luasan triangular}$

Dimana n = jumlah tube, maka :

Jumlah luasan triangular untuk penempatan tube = $(121 - 2) \times 0,0015 \text{ ft}^2$
 $= 0,17 \text{ ft}^2$

Safety factor untuk penempatan tube = $10 \% = (1,1 \times 0,17 \text{ ft}^2)$
 $= 0,196 \text{ ft}^2$

6.4. Menentukan Dimensi Evaporator

Kapasitas larutan masuk = $9630,5 \text{ kg/jam} \times 2,2046 \text{ lb/kg}$
 $= 21231,40 \text{ lb/jam}$

$$\text{Suhu bahan masuk} = 75^{\circ}\text{C} = 167^{\circ}\text{F}$$

$$\text{Volume} = \frac{m}{\rho} = \frac{21231,32 \text{ lb/jam}}{64,9833 \text{ lb/ft}^3} = 331,73 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

Direncanakan lama pemisahan dengan liquidanya $\frac{1}{2}$ jam sehingga:

$$\text{Vol. Liquida} = 331,73 \text{ ft}^3/\text{jam} \times 0,5 \text{ jam} = 165,86 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

a. Menentukan Diameter Evaporator

Diasumsikan : ruang kosong di dalam silinder = 20 %

Sehingga :

$$\text{Volume total silinder} = (100/80) \times 165,86 \text{ ft}^3/\text{jam} = 207,33 \text{ ft}^3$$

$$\begin{aligned} V_T &= V_1 + V_2 + V_3 \\ &= \left(\frac{\pi}{24} \times \frac{di^3}{\text{tg } \frac{1}{2}\alpha} \right) + \left(\frac{\pi}{4} \times di^2 \times L_s \right) + (0,0847 \times di^3) \\ &= \left(\frac{\pi}{24} \times \frac{di^3}{\text{tg } 60^{\circ}} \right) + \left(\frac{\pi}{4} \times di^2 \times 1,5di \right) + (0,0847 \times di^3) \end{aligned}$$

$$207,33 \text{ ft}^3 = 0,0755 \text{ di}^3 + 1,1775 \text{ di}^3 + 0,0847 \text{ di}^3$$

$$207,33 \text{ ft}^3 = 1,3377 \text{ di}^3$$

$$di^3 = 160,62 \text{ ft}^3$$

$$di = 5,43 \text{ ft} = 65,23 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} V_L &= V_1 + V_2 \\ &= \left(\frac{\pi}{24} \times \frac{di^3}{\text{tg } 60^{\circ}} \right) + \left(\frac{\pi}{4} \times di^2 \times L_{LS} \right) \end{aligned}$$

$$165,86 \text{ ft}^3 = \left(\frac{\pi}{24} \times \frac{(5,43 \text{ ft})^3}{\text{tg } 60^{\circ}} \right) + \left(\frac{\pi}{4} \times (5,43 \text{ ft})^2 \times L_{LS} \right)$$

$$165,86 \text{ ft}^3 = 12,14 \text{ ft}^3 + 23,19 L_{LS}$$

$$L_{LS} = 6,88 \text{ ft}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan (P) hidrostatik} &= \frac{\rho(H-1)}{144} = \frac{64,9833 \times (6,88-1)}{144} \\ &= 2,65 \text{ psia} \end{aligned}$$

$$\text{Tekanan operasi} = 14,696 \text{ psia}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{design}} &= P_{\text{operasi}} + P_{\text{hidrostatik}} = 14,696 \text{ psia} + 2,65 \text{ psia} \\ &= 17,35 \text{ psia} \end{aligned}$$

$$C = 1/16 \text{ in}$$

Dari Brownel dan Young, App-D, hlm 342, diketahui untuk bahan SA 240 grade

Maka harga $f = 18.750 \text{ psi}$

$$\begin{aligned} t_s &= \frac{p_i \times d_i}{2[(f \times E) - (0,6 \times p_i)]} + C \\ &= \frac{17,35 \text{ psi} \times 65,23 \text{ in}}{2[(18750 \text{ psi} \times 0,8) - (0,6 \times 17,35 \text{ psi})]} + \frac{1}{16} \text{ in} \\ &= 0,100 \times 16/16 = \frac{1,603}{16} \approx \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_o &= d_i + 2 t_s = 65,23 \text{ in} + (2 \times 3/16) \\ &= 65,605 \text{ in} \\ &= 66 \text{ in (standarisasi } d_o \text{ ke atas)} \end{aligned}$$

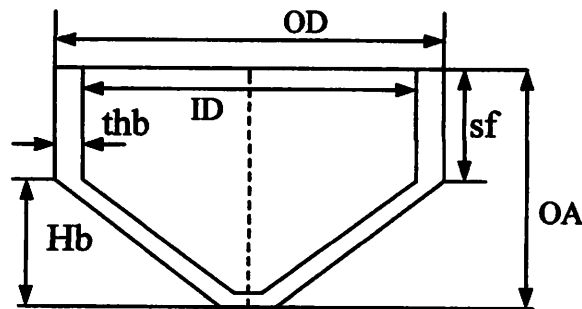
Dari Brownel dan Young, tabel 5.7, hlm 89-90, untuk $d_o = 66 \text{ in}$, maka didapat :

$$- \text{icr} = 4 \qquad - \text{r} = 66 \text{ in}$$

Dari Brownel dan Young, tabel 5.6, hlm 88, untuk $C = 3/16$, maka $sf = 1\frac{1}{2} \text{ in}$.

$$\begin{aligned} \text{harga di baru : } d_i &= d_o - 2 t_s = 66 \text{ in} - (2 \times 3/16 \text{ in}) \\ &= 65,625 \text{ in} = 5,46 \text{ ft} \end{aligned}$$

c. Menentukan Tinggi dan Tebal Tutup Bawah (conical) OA



$$thb = \frac{Pi \times de}{2 [(f \times E) - (0,6 \times Pi)] \cos 60^\circ} + C$$

dimana $de = di$, sehingga :

$$\begin{aligned} thb &= \frac{17,35 \text{ psi} \times 65,625 \text{ in}}{2 [(18750 \text{ psi} \times 0,8) - (0,6 \times 17,35 \text{ psi})] \cos 60^\circ} + \frac{1}{16} \\ &= 0,1004 \times 16/16 \\ &= \frac{1,608}{16} \approx \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

$$Hb = \frac{0,5 \times di}{\text{tg } \frac{1}{2} \alpha} = \frac{0,5 \times 65,625 \text{ ft}}{\text{tg } 60^\circ} = 18,96 \text{ in}$$

$$sf = 1\frac{1}{2} \text{ in}$$

d. Menentukan Tinggi dan Tebal Tutup atas (standard dished)

$$\begin{aligned} tha &= \frac{0,885 \times Pi \times r}{(f \times E) - (0,1 \times Pi)} + C \\ &= \frac{0,885 \times 17,35 \text{ psi} \times 65,625 \text{ in}}{(18750 \text{ psi} \times 0,8) - (0,6 \times 17,35 \text{ psi})} + \frac{1}{16} \\ &= 0,129 \times 16/16 = \frac{2,076}{16} \approx \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

$$ha = 0,169 \text{ di} = 0,169 \times 65,625 \text{ in} = 11,090 \text{ in}$$

sehingga :

$$V_T = \left(\frac{\pi}{24} \times \frac{di^3}{\text{tg } \frac{1}{2}\alpha} \right) + \left(\frac{\pi}{4} \times di^2 \times L_s \right) + (0,0847 \times di^3)$$

$$204,21 \text{ ft} = \left(\frac{\pi}{24} \times \frac{(5,46 \text{ ft})^3}{\text{tg } 60^0} \right) + \left(\frac{\pi}{4} \times (5,46 \text{ ft})^2 \times L_s \right) + [0,0847 \times (5,46 \text{ ft})^3]$$

$$204,21 \text{ ft} = 12,36 \text{ ft} + 23,47 \text{ ft.Ls} + 0,46 \text{ ft}$$

$$L_s = 8,605 \text{ ft} = 103,26 \text{ in}$$

$$\text{Didapat } \frac{L_s}{di} = \frac{8,60 \text{ ft}}{5,46 \text{ ft}} = 1,57 > 1,5 \text{ (memenuhi)}$$

$$V_L = V_1 + V_2$$

$$= \left(\frac{\pi}{24} \times \frac{di^3}{\text{tg } 60} \right) + \left(\frac{\pi}{4} \times di^2 \times L_{LS} \right)$$

$$163,36 \text{ ft}^3 = \left(\frac{\pi}{24} \times \frac{(5,46 \text{ ft})^3}{\text{tg } 60^0} \right) + \left(\frac{\pi}{4} \times (5,46 \text{ ft})^2 \times L_{LS} \right)$$

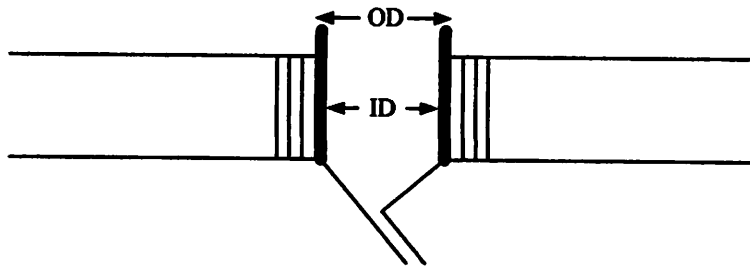
$$163,36 \text{ ft}^3 = 12,36 \text{ ft} + 23,47 \text{ ft.L}_{LS}$$

$$L_{LS} \text{ baru} = 6,79 \text{ ft} = 81,53 \text{ in}$$

b. Menentukan Tinggi Ruang Uap

$$L_{RU} = 2 \times \text{tinggi tube} = 2 \times 8 \text{ ft} = 16 \text{ ft}$$

e. Menentukan Down Take



Direncanakan pan masakan calandria dengan pipa down take di tengah .

diketahui : diameter down take = 0,25 diameter shell

$$D_{DT} = 0,25 D_{shell} = 0,25 \times 65,625 \text{ in} \\ = 16,40 \text{ in}$$

$$\text{Diameter ruang kosong} = D_{shell} - D_{down take} - D_{tube} \\ = 65,625 \text{ in} - 16,40 \text{ in} - 0,584 \text{ in} \\ = 48,64 \text{ in}$$

f. Menentukan Tinggi Total Evaporator

$$\text{Tinggi total evaporator} = H_a + L_s + H_b \\ = 11,090 \text{ in} + 103,26 \text{ in} + 18,96 \text{ in} \\ = 133,32 \text{ in}$$

6.5. Menentukan Dimensi Lubang

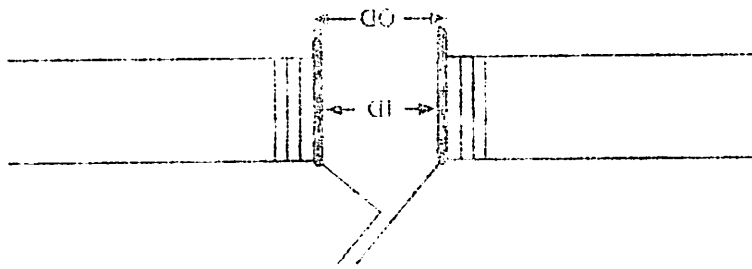
a. Lubang Steam Masuk

$$\text{Suhu steam masuk} = 110^\circ\text{C} = 230^\circ\text{F}$$

$$\text{Massa steam masuk} = 669,80 \text{ kg/jam} \times 2,2046 \text{ lb/kg} \\ = 1476,64 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Dari Kern, tabel 7, hlm 817 didapatkan : } S_v \text{ pada } 230^\circ\text{F} = 4,914 \text{ ft}^3/\text{lb}$$

c. Menentukan Down Take



Ditentukan pan masalah selanjutnya dengan pipa down take di tangkai .

diketahui : diameter down take = 0.25 diameter shell

$$D_{DT} = 0.25 D_{shell} = 0.25 \times 62.622 \text{ in}$$

$$= 15.640 \text{ in}$$

Diameter tangkai kosong $D_{shell} - D_{down take} - D_{DT}$

$$= 62.622 \text{ in} - 15.640 \text{ in} - 0.284 \text{ in}$$

$$= 46.698 \text{ in}$$

d. Menentukan Tinggi Total Evaporator

Tinggi total evaporator = $H_A + L_A + H_B$

$$= 11.060 \text{ in} + 102.250 \text{ in} + 18.60 \text{ in}$$

$$= 132.32 \text{ in}$$

e. Menentukan Dimensi Lubang

a. Lubang Steam Masuk

Suhu steam masuk = $110^\circ\text{C} = 230^\circ\text{F}$

Massa steam masuk = $666.80 \text{ kg/jam} \times 2.2046 \text{ lb/kg}$

$$= 1470.64 \text{ lb/jam}$$

Dari Kora tabel 7 hlm 817 didapatkan : $2 \times \text{pada } 230^\circ\text{F} = 4.014 \text{ in}^2$

$$\rho_{\text{ steam }} = \frac{1}{S_v} = \frac{1}{4,914 \text{ ft}^3/\text{lb}} = 0,2035 \text{ lb/ft}^3$$

Dari Kern, fig. 15, hlm 825 didapatkan :

$$\mu_{\text{ steam }} = 0,0145 \text{ cp} = 9,743 \cdot 10^{-6} \text{ lb/ft}\cdot\text{dt}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan volumetrik (Q)} &= \frac{1476,64 \text{ lb/jam}}{0,2035 \text{ lb/ft}^3} = 7256,22 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 2,01 \text{ ft}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Diasumsikan aliran turbulen. Dari Peter dan Timmerhause, fig. 14-2, hlm 496, didapat :

$$\begin{aligned} \text{di optimum} &= 3,9 \times (Q)^{0,45} \times (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \times (2,01)^{0,45} \times (0,2035)^{0,13} \\ &= 4,039 \text{ in} \approx 5 \text{ in} \end{aligned}$$

Standarisasi ukuran pipa dari Kern, tabel 11, hlm 844 didapat :

$$\text{Ukuran pipa nominal} = 5 \text{ in sch 40}$$

$$\text{OD} = 5,563 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 5,047 \text{ in} = 0,420 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{\pi}{4} \times \text{ID}^2 = \frac{\pi}{4} \times (0,420 \text{ ft})^2 \\ &= 0,138 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan linear (V)} &= \frac{Q}{A} = \frac{2,01 \text{ ft}^3/\text{dt}}{0,138 \text{ ft}^2} \\ &= 14,60 \text{ ft/dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{\text{Re}} &= \frac{D \times V \times \rho}{\mu} = \frac{0,420 \text{ ft} \times 14,60 \text{ ft/dt} \times 0,2035 \text{ lb/ft}^3}{9,743 \cdot 10^{-6} \text{ lb/ft}\cdot\text{dt}} \\ &= 108345,53 \end{aligned}$$

$N_{\text{Re}} > 4000$, maka aliran turbulen benar

b. Lubang Feed Masuk

$$\text{Suhu feed masuk} = 75 \text{ }^{\circ}\text{C} = 167 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah feed masuk} &= 9630,5 \text{ kg/jam} \times 2,2046 \text{ lb/kg} \\ &= 21231,40 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

$$\rho \text{ campuran} = 2,3597 \text{ g/cm}^3 = 147,32 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu \text{ campuran} = 1,65 \text{ cp} = 1,1088 \cdot 10^{-3} \text{ lb/ft}\cdot\text{dt}$$

Dari Ulrich, tabel 4-7 hlm 94 diketahui range viskositas maksimum untuk evaporator *short tube* adalah $0,01 \text{ Pa}\cdot\text{s} = 0,0067197 \text{ lb/ft}\cdot\text{dt}$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan volumetrik (Q)} &= \frac{21231,40 \text{ lb/jam}}{147,32 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 144,11 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0,042 \text{ ft}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Diasumsikan aliran turbulen. Dari Peter dan Timmerhause, hlm 496 didapat :

$$\begin{aligned} \text{di optimum} &= 3,9 \times (Q)^{0,45} \times (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \times (0,042)^{0,45} \times (147,32)^{0,13} \\ &= 1,79 \text{ in} \approx 2 \text{ in} \end{aligned}$$

Standarisasi ukuran pipa dari Kern, tabel 11, hlm 844 didapat :

$$\text{Ukuran pipa nominal} = 2 \text{ in sch 40}$$

$$\text{OD} = 2,375 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 2,067 \text{ in} = 0,172 \text{ ft}$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times \text{ID}^2 = \frac{\pi}{4} \times (0,172 \text{ ft})^2 = 0,023 \text{ ft}^2$$

$$\text{Kecepatan linear (V)} = \frac{Q}{A} = \frac{0,042 \text{ ft}^3/\text{dt}}{0,023 \text{ ft}^2} = 1,80 \text{ ft/dt}$$

$$N_{\text{Re}} = \frac{D \times V \times \rho}{\mu} = \frac{0,172 \text{ ft} \times 1,80 \text{ ft/dt} \times 147,32 \text{ lb/ft}^3}{1,1088 \cdot 10^{-3} \text{ lb/ft}\cdot\text{dt}}$$

$$= 41209,57$$

$N_{Re} > 4000$, maka aliran turbulen benar

c. Lubang Produk Keluar

$$\text{Suhu feed keluar} = 107^{\circ}\text{C} = 240^{\circ}\text{F}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah feed keluar} &= 7575,76 \text{ kg/jam} \times 2,2046 \text{ lb/kg} \\ &= 16701,52 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

$$\rho \text{ campuran} = 2,3597 \text{ g/cm}^3 = 147,32 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu \text{ campuran} = 1,65 \text{ cp} = 1,1088 \cdot 10^{-3} \text{ lb/ft}\cdot\text{dt}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan volumetrik (Q)} &= \frac{16701,52 \text{ lb/jam}}{147,32 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 113,36 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0,031 \text{ ft}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Diasumsikan aliran turbulen. Dari Peter dan Timmerhause, hlm 496 didapat :

$$\begin{aligned} \text{di optimum} &= 3,9 \times (Q)^{0,45} \times (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \times (0,031)^{0,45} \times (147,32)^{0,13} \\ &= 1,57 \text{ in} \approx 2 \text{ in} \end{aligned}$$

Standarisasi ukuran pipa dari Kern, tabel 11, hlm 844 didapat :

$$\text{Ukuran pipa nominal} = 2 \text{ in sch 40}$$

$$\text{OD} = 2,375 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 2,067 \text{ in} = 0,172 \text{ ft}$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times \text{ID}^2 = \frac{\pi}{4} \times (0,172 \text{ ft})^2 = 0,023 \text{ ft}^2$$

$$\text{Kecepatan linear (V)} = \frac{Q}{A} = \frac{0,035 \text{ ft}^3/\text{dt}}{0,023 \text{ ft}^2} = 1,52 \text{ ft/dt}$$

$$N_{Re} = \frac{D \times V \times \rho}{\mu} = \frac{0,172 \text{ ft} \times 1,52 \text{ ft/dt} \times 147,32 \text{ lb/ft}^3}{1,1088 \cdot 10^{-3} \text{ lb/ft}\cdot\text{dt}}$$

$$= 34775,80$$

$N_{Re} > 4000$, maka aliran turbulen benar

d. Lubang Uap Keluar

$$\text{Suhu uap keluar} = 107^{\circ}\text{C} = 240^{\circ}\text{F}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah uap keluar} &= 2054,7 \text{ kg/jam} \times 2,2046 \text{ lb/kg} \\ &= 4529,80 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

$$\rho \text{ campuran} = 0,51 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu \text{ campuran} = 0,0115 \text{ cp} = 7,727 \cdot 10^{-6} \text{ lb/ft}\cdot\text{dt}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan volumetrik (Q)} &= \frac{4529,80 \text{ lb/jam}}{0,51 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 8881,944353 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 2,46 \text{ ft}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Diasumsikan aliran turbulen. Dari Peter dan Timmerhause, hlm 496 didapat :

$$\begin{aligned} \text{di optimum} &= 3,9 \times (Q)^{0,45} \times (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \times (2,46)^{0,45} \times (0,51)^{0,13} \\ &= 5,36 \text{ in} \approx 6 \text{ in} \end{aligned}$$

Standarisasi ukuran pipa dari brownell didapat :

$$\text{Ukuran pipa nominal} = 6 \text{ in sch 40}$$

$$\text{OD} = 6,625 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 6,065 \text{ in} = 0,50 \text{ ft}$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times \text{ID}^2 = \frac{\pi}{4} \times (0,50 \text{ ft})^2 = 0,200 \text{ ft}^2$$

$$\text{Kecepatan linear (V)} = \frac{Q}{A} = \frac{2,46 \text{ ft}^3/\text{dt}}{0,200 \text{ ft}^2} = 12,3 \text{ ft/dt}$$

$$N_{Re} = \frac{D \times V \times \rho}{\mu} = \frac{0,50 \text{ ft} \times 2,46 \text{ ft/dt} \times 0,51 \text{ lb/ft}^3}{7,727 \cdot 10^{-6} \text{ lb/ft.dt}}$$

$$= 835727,96$$

$N_{Re} > 4000$, maka aliran turbulen benar

e. Lubang Kondensat Keluar

$$\text{Suhu kondensat keluar} = 107 \text{ }^{\circ}\text{C} = 221 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kondensat keluar} &= 2054,7 \text{ kg/jam} \times 2,2046 \text{ lb/kg} \\ &= 4529,80 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

$$\rho \text{ campuran} = 61,0128 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu \text{ campuran} = 0,4506 \text{ cp} = 3,0282 \cdot 10^{-4} \text{ lb/ft.dt}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan volumetrik (Q)} &= \frac{4529,80 \text{ lb/jam}}{61,0128 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 74,24 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0,02 \text{ ft}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Diasumsikan aliran turbulen. Dari Peter dan Timmerhause, hlm 496 didapat :

$$\begin{aligned} \text{di optimum} &= 3,9 \times (Q)^{0,45} \times (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \times (0,02)^{0,45} \times (61,0128)^{0,13} \\ &= 1,06 \text{ in} \approx 1\frac{1}{4} \text{ in} \end{aligned}$$

Standarisasi ukuran pipa dari Kern, tabel 11, hlm 844 didapat :

$$\text{Ukuran pipa nominal} = 1\frac{1}{4} \text{ in sch 40}$$

$$\text{OD} = 1,66 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 1,380 \text{ in} = 0,115 \text{ ft}$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times \text{ID}^2 = \frac{\pi}{4} \times (0,115 \text{ ft})^2 = 0,0104 \text{ ft}^2$$

$$\text{Kecepatan linear (V)} = \frac{Q}{A} = \frac{0,02 \text{ ft}^3/\text{dt}}{0,0104 \text{ ft}^2} = 1,63 \text{ ft/dt}$$

$$N_{Re} = \frac{D \times V \times \rho}{\mu} = \frac{0,115 \text{ ft} \times 1,63 \text{ ft/dt} \times 61,0128 \text{ lb/ft}^3}{3,0282 \cdot 10^{-4} \text{ lb/ft}\cdot\text{dt}}$$

$$= 37873,02$$

$N_{Re} > 4000$, maka aliran turbulen benar

6.6. Menentukan Flange Untuk Pipa

Dari Brownell dan Young, fig. 12.2, hlm 221, ukuran flange pada lubang menggunakan standar 150 lb *steel weeding-neck flanges* (168) sehingga didapatkan :

Tabel 6.6.1. Dimensi Flange pada masing-masing Pipa

No.	Lubang	NPS	A	T	R	E	K	L	B
1.	Steam	5	10	15/16	7 5/16	6 7/16	5,56	3 ½	5,05
2.	Feed	2	6	3/4	3 5/8	3 1/16	2,38	1½	2,07
3.	Produk	2	6	3/4	3 5/8	3 1/16	2,38	1½	2,07
4.	Uap	6	11	15/8	7 5/8	6 7/8	6,56	4 ½	6,05
5.	Kondensat	1¼	4 5/8	5/8	2 ½	2 5/16	1,66	2 ¼	1,38

Dimana :

A = Diameter luar flange (in)

T = Ketebalan minimum flange (in)

R = Diameter luar dari pembesaran permukaan (in)

E = Diameter hubungan pada dasar (in)

K = Diameter pada titik pengelasan (in)

L = Panjang hubungan (in)

B = Diameter dalam (in)

$$\text{Kecepatan linear (V)} = \frac{Q}{A} = \frac{0.02 \text{ m}^3/\text{dt}}{0.0104 \text{ m}^2} = 1.92 \text{ m/dt}$$

$$N_{re} = \frac{D \times V \times \rho}{\mu} = \frac{0.112 \text{ m} \times 1.92 \text{ m/dt} \times 910.128 \text{ kg/m}^3}{3.0282 \times 10^{-4} \text{ Pa}\cdot\text{s}} = 37873.02$$

$N_{re} > 4000$, maka aliran turbulen benar

6.6. Menentukan Flange Untuk Pipa

Dari Brownell dan Young, fig. 12.2, hlm 251, ukuran flange pada lubang menggunakan standar 150 lb steel welding-neck flange (102) sehingga didapatkan :

Table 6.6.1. Dimensi Flange pada masing-masing pipa

No. : Labang	NPS	A	T	R	E	K	L	B
1. Steam	2	10	12.18	7.218	8.718	2.26	3.18	2.02
2. Feed	2	6	3.4	3.28	3.118	2.38	1.8	2.07
3. Produk	2	6	3.4	3.28	3.118	2.38	1.8	2.07
4. Uap	6	11	12.8	7.28	8.78	2.26	3.18	2.02
5. Kondensat	1.5	4.28	2.8	2.12	2.218	1.66	2.18	1.22

Dimana :

A = Diameter luar flange (in)

T = Ketebalan minimum flange (in)

R = Diameter luar dari pembesaran permukaan (in)

E = Diameter hubungan pada dasar (in)

K = Diameter pada titik pembesaran (in)

L = Panjang hubungan (in)

B = Diameter dalam (in)

Tabel 6.6.2. Dimensi Diameter Flange

No.	Nozzle	NPS	Diameter Lubang	Diameter Baut	Sirkulasi Baut	Jumlah Baut
1.	Steam	5	7/8	3/4	8 1/2	19
2.	Feed	2	3/4	5/8	4 3/4	6
3.	Produk	2	3/4	5/8	4 3/4	6
4.	Uap	6	1 1/2	1 3/4	9 1/2	21
5.	Kondensat	1 1/4	5/8	1/2	3 1/2	3

6.7. Menentukan Dimensi *Hand Hole*

a. Dimensi *Hand Hole*

Dari Brownell dan Young, fig. 12.3, hlm 222, maka sebuah *Hand hole* direncanakan dengan diameter 10 in. *Flange* untuk *Hand hole* digunakan tipe standar 150 lb *forged slip on-flange* (168).

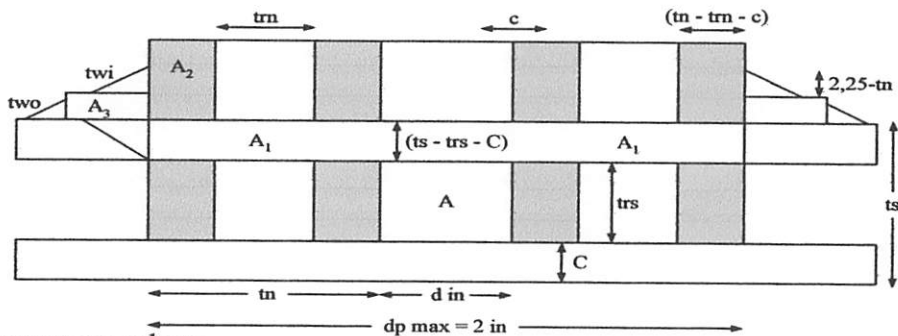
1. Ukuran nominal (NPS) = 10 in
2. Diameter luar *flange* (A) = 16 in
3. Ketebalan *flange* (T) = 1 3/16 in
4. Diameter luar pembesaran permukaan (R) = 12 3/4 in
5. Diameter pusat dari dasar (E) = 12 in
6. Panjang (L) = 1 15/16 in
7. Jumlah lubang baut = 12 buah
8. Diameter lubang = 1 in
9. Diameter baut = 7/8 in
10. *Bolt circle* = 14 1/4
11. Dalam (B) = 10,88

b. Tutup *Hand Hole*

Dari Brownell dan Young, fig. 12.6, hlm 222, dipilih standar 150 lb *blind flange* (168).

1. Ukuran nominal pipa (NPS) = 10 in
2. Diameter luar flange (A) = 16 in
3. Tebal *flange* minimum (T) = 1 3/16 in
4. Diameter luar pembesaran permukaan = 12 3/4 in
5. Diameter lubang baut = 1 in
6. Jumlah lubang baut = 12 buah
7. Diameter baut = 7/8 in
8. *Bolt circle* = 14 1/4

6.8. Menentukan perlu tidaknya Penguat pada Lubang



Keterangan gambar :

D_n = diameter luar lubang

D_{in} = diameter dalam lubang

t_n = tebal lubang

t_s = tebal silinder

two = tebal pengelasan bagian luar

twi = tebal pengelasan bagian dalam

t_p = tebal penguat

a. Lubang Steam Masuk

Diameter lubang = 5 in

OD = 5,563 in = 0,463 ft

ID = 5,047 in = 0,420 ft

Diasumsikan :

Tebal pengelasan luar (two) = 7/16 in

Tebal pengelasan dalam (twi) = 7/16 in

t_p = 1/2 in

Diketahui : - $t_{\min} = t$ terkecil antara t_s , t_n dan t_p

$t_n = (DO - DI)_{\text{lubang}} = 5,563 \text{ in} - 5,047 \text{ in} = 0,516 \text{ in}$

$two_{\min} = 0,5 \times t_{\min} = 0,5 \times 3/16 \text{ in} = 0,0938 \text{ in}$

$two > two_{\min}$, sehingga pengelasan memadai.

Diameter penguat maksimum

$d_p = 2 \times d_{\text{inmaks}} = 2 \times 5,047 \text{ in} = 10,094 \text{ in}$

$d_i = 65,625 \text{ in} = 5,46 \text{ ft}$

Tebal silinder teoritis (tr_s) :

$$tr_s = \frac{P_i \times d_i}{2 [(f \times E) - (0,6 \times P_i)]} = \frac{17,35 \text{ psi} \times 65,625 \text{ in}}{2 [(18750 \text{ psi} \times 0,8) - (0,6 \times 17,35 \text{ psi})]}$$

$$= 0,037 \text{ in}$$

$c_{\text{lubang}} = 0,$

Tebal lubang teoritis (tr_n) :

$d_{in} = 5,047 \text{ in}$, sehingga :

$$t_{rn} = \frac{P_i \times d_{in}}{2 [(f \times E) - (0,6 \times P_i)]} =$$

$$\frac{17,35 \text{ psi} \times 5,047 \text{ in}}{2 [(18750 \text{ psi} \times 0,8) - (0,6 \times 17,35 \text{ psi})]} = 0,0029 \text{ in}$$

$$A = t_{rs} \times d_{in} = 0,037 \text{ in} \times 5,047 \text{ in} = 0,191 \text{ in}$$

$$A_1 = d_{in} \times (t_s - t_{rs} - c) = 5,047 \text{ in} (3/16 \text{ in} - 0,037 \text{ in} - 0)$$

$$= 0,754 \text{ in}$$

$$A_2 = 2 \times [((2 \frac{1}{4} \times t_n) + t_p)(t_n - t_{rn} - c)]$$

$$= 2 \times [((2 \frac{1}{4} \times 0,516 \text{ in}) + \frac{1}{2} \text{ in})(0,516 \text{ in} - 0,0029 \text{ in} - 0)]$$

$$= 0,777 \text{ in}$$

$$A_1 + A_2 = 0,754 \text{ in} + 0,777 \text{ in}$$

$$= 1,532 \text{ in} > 0,191 \text{ in, Jadi tidak diperlukan penguat}$$

b. Lubang Feed masuk

$$\text{Diameter lubang} = 2 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 2,375 \text{ in} = 0,197 \text{ ft}$$

$$\text{ID} = 2,067 \text{ in} = 0,172 \text{ ft}$$

Diasumsikan :

$$\text{Tebal pengelasan luar (two)} = 7/16 \text{ in}$$

$$\text{Tebal pengelasan dalam (twi)} = 7/16 \text{ in}$$

$$t_p = \frac{1}{2} \text{ in}$$

$$t_s = 3/16 \text{ in}$$

Diketahui : - $t_{\min} = t$ terkecil antara t_s , t_n dan t_p

$$t_n = (DO - DI)_{\text{tubang}} = 2,375 \text{ in} - 2,067 \text{ in} = 0,308 \text{ in}$$

$$\text{two min} = 0,5 \times t_{\min} = 0,5 \times 3/16 \text{ in} = 0,0938 \text{ in}$$

two > two min, sehingga pengelasan memadai.

Diameter penguat maksimum

$$dp = 2 \times d_{in_{maks}} = 2 \times 2,067 \text{ in} = 4,134 \text{ in}$$

$$di = 65,625 \text{ in} = 5,46 \text{ ft}$$

Tebal silinder teoritis (trs) :

$$\begin{aligned} trs &= \frac{Pi \times di}{2 [(f \times E) - (0,6 \times Pi)]} = \frac{17,35 \text{ psi} \times 65,625 \text{ in}}{2 [(18750 \text{ psi} \times 0,8) - (0,6 \times 17,35 \text{ psi})]} \\ &= 0,037 \text{ in} \end{aligned}$$

$$c \text{ lubang} = 0,$$

Tebal lubang teoritis (trn) :

$$din = 2,067 \text{ in, sehingga :}$$

$$\begin{aligned} trn &= \frac{Pi \times din}{2 [(f \times E) - (0,6 \times Pi)]} = \\ &= \frac{17,35 \text{ psi} \times 2,067 \text{ in}}{2 [(18750 \text{ psi} \times 0,8) - (0,6 \times 17,35 \text{ psi})]} = 0,0011 \text{ in} \end{aligned}$$

$$A = trs \times din = 0,037 \text{ in} \times 2,067 \text{ in} = 0,078 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} A_1 &= din \times (ts - trs - c) = 2,067 \text{ in} (3/16 \text{ in} - 0,037 \text{ in} - 0) \\ &= 0,309 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= 2 \times [((2 \frac{1}{4} \times tn) + tp)(tn - trn - c)] \\ &= 2 \times [((2 \frac{1}{4} \times 0,308 \text{ in}) + \frac{1}{2} \text{ in})(0,308 \text{ in} - 0,0011 \text{ in} - 0)] \\ &= 0,401 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_1 + A_2 &= 0,309 \text{ in} + 0,401 \text{ in} \\ &= 0,710 \text{ in} > 0,078 \text{ in, Jadi tidak diperlukan penguat} \end{aligned}$$

c. Lubang Produk Keluar

$$\text{Diameter lubang} = 2 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 2,375 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 2,067 \text{ in}$$

Diasumsikan :

$$\text{Tebal pengelasan luar (two)} = 7/16 \text{ in}$$

$$\text{Tebal pengelasan dalam (twi)} = 7/16 \text{ in}$$

$$t_p = \frac{1}{2} \text{ in}$$

$$t_s = 3/16 \text{ in}$$

Diketahui : - $t_{\min} = t$ terkecil antara t_s , t_n dan t_p

$$t_n = (\text{DO} - \text{DI})_{\text{lubang}} = 2,375 \text{ in} - 2,067 \text{ in} = 0,308 \text{ in}$$

$$\text{two}_{\min} = 0,5 \times t_{\min} = 0,5 \times 3/16 \text{ in} = 0,0938 \text{ in}$$

$\text{two} > \text{two}_{\min}$, sehingga pengelasan memadai.

Diameter penguat maksimum

$$d_p = 2 \times d_{\text{inmaks}} = 2 \times 2,067 \text{ in} = 4,134 \text{ in}$$

$$d_i = 65,625 \text{ in} = 5,46 \text{ ft}$$

Tebal silinder teoritis (t_{rs}) :

$$\begin{aligned} t_{rs} &= \frac{\text{Pi} \times d_i}{2 [(f \times E) - (0,6 \times \text{Pi})]} = \frac{17,35 \text{ psi} \times 65,625 \text{ in}}{2 [(18750 \text{ psi} \times 0,8) - (0,6 \times 17,35 \text{ psi})]} \\ &= 0,037 \text{ in} \end{aligned}$$

$$c_{\text{lubang}} = 0,$$

Tebal lubang teoritis (t_{rn}) :

$$d_{in} = 2,067 \text{ in, sehingga :}$$

$$t_{rn} = \frac{P_i \times d_{in}}{2 [(f \times E) - (0,6 \times P_i)]} =$$

$$\frac{17,35 \text{ psi} \times 2,067 \text{ in}}{2 [(18750 \text{ psi} \times 0,8) - (0,6 \times 17,35 \text{ psi})]} = 0,0011 \text{ in}$$

$$A = t_{rs} \times d_{in} = 0,037 \text{ in} \times 2,067 \text{ in} = 0,078 \text{ in}$$

$$A_1 = d_{in} \times (t_s - t_{rs} - c) = 2,067 \text{ in} (3/16 \text{ in} - 0,037 \text{ in} - 0)$$

$$= 0,309 \text{ in}$$

$$A_2 = 2 \times [((2 \frac{1}{4} \times t_n) + t_p)(t_n - t_{rn} - c)]$$

$$= 2 \times [((2 \frac{1}{4} \times 0,308 \text{ in}) + \frac{1}{2} \text{ in})(0,308 \text{ in} - 0,0011 \text{ in} - 0)]$$

$$= 0,401 \text{ in}$$

$$A_1 + A_2 = 0,309 \text{ in} + 0,401 \text{ in}$$

$$= 0,710 \text{ in} > 0,078 \text{ in, Jadi tidak diperlukan penguat}$$

d. Lubang Uap Keluar

$$\text{Diameter lubang} = 6 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 6,625 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 6,065 \text{ in}$$

Diasumsikan :

$$\text{Tebal pengelasan luar (two)} = 7/16 \text{ in}$$

$$\text{Tebal pengelasan dalam (twi)} = 7/16 \text{ in}$$

$$t_p = \frac{1}{2} \text{ in}$$

$$t_s = 3/16 \text{ in}$$

Diketahui : - $t_{\min} = t$ terkecil antara t_s , t_n dan t_p

$$t_n = (DO - DI)_{\text{lubang}} = 6,625 \text{ in} - 6,065 \text{ in} = 0,56 \text{ in}$$

$$two_{\min} = 0,5 \times t_{\min} = 0,5 \times 3/16 \text{ in} = 0,0938 \text{ in}$$

two > two min, sehingga pengelasan memadai.

Diameter penguat maksimum

$$dp = 2 \times d_{in_{maks}} = 2 \times 6,065 \text{ in} = 12,13 \text{ in}$$

$$di = 65,625 \text{ in} = 5,46 \text{ ft}$$

Tebal silinder teoritis (trs) :

$$\begin{aligned} trs &= \frac{Pi \times di}{2 [(f \times E) - (0,6 \times Pi)]} = \frac{17,35 \text{ psi} \times 65,625 \text{ in}}{2 [(18750 \text{ psi} \times 0,8) - (0,6 \times 17,35 \text{ psi})]} \\ &= 0,037 \text{ in} \end{aligned}$$

$$c \text{ lubang} = 0,$$

Tebal lubang teoritis (trn) :

$$din = 6,065 \text{ in, sehingga :}$$

$$\begin{aligned} trn &= \frac{Pi \times din}{2 [(f \times E) - (0,6 \times Pi)]} = \\ &= \frac{17,35 \text{ psi} \times 6,065 \text{ in}}{2 [(18750 \text{ psi} \times 0,8) - (0,6 \times 17,35 \text{ psi})]} = 0,0011 \text{ in} \end{aligned}$$

$$A = trs \times din = 0,037 \text{ in} \times 6,065 \text{ in} = 0,224 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} A_1 &= din \times (ts - trs - c) = 6,065 \text{ in} (3/16 \text{ in} - 0,037 \text{ in} - 0) \\ &= 2,24 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= 2 \times [((2 \frac{1}{4} \times tn) + tp)(tn - trn - c)] \\ &= 2 \times [((2 \frac{1}{4} \times 1 \text{ in}) + \frac{1}{2} \text{ in})(1 \text{ in} - 0,0011 \text{ in} - 0)] \\ &= 1,30 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_1 + A_2 &= 2,24 \text{ in} + 1,30 \text{ in} \\ &= 3,549 \text{ in} > 0,56 \text{ in, Jadi tidak diperlukan penguat} \end{aligned}$$

e. Lubang Kondensat Keluar

$$\text{Diameter lubang} = 1\frac{1}{4} \text{ in}$$

$$\text{Diameter dalam (ID)} = 1,380 \text{ in} = 0,115 \text{ ft}$$

$$\text{Diameter luar (OD)} = 1,66 \text{ in} = 0,1383 \text{ ft}$$

Diasumsikan :

$$\text{Tebal pengelasan luar (two)} = 7/16 \text{ in}$$

$$\text{Tebal pengelasan dalam (twi)} = 7/16 \text{ in}$$

$$t_p = \frac{1}{2} \text{ in} ; \quad t_s = 3/16 \text{ in}$$

Diketahui : - $t_{\min} = t$ terkecil antara t_s , t_n dan t_p

$$t_n = (DO - DI)_{\text{lubang}} = 1,66 \text{ in} - 1,380 \text{ in} = 0,28 \text{ in}$$

$$two_{\min} = 0,5 \times t_{\min} = 0,5 \times 3/16 \text{ in} = 0,0938 \text{ in}$$

$two > two_{\min}$, sehingga pengelasan memadai.

Diameter penguat maksimum

$$d_p = 2 \times d_{\text{inmaks}} = 2 \times 1,380 \text{ in} = 2,76 \text{ in}$$

$$d_i = 65,625 \text{ in} = 5,46 \text{ ft}$$

Tebal silinder teoritis (tr_s) :

$$\begin{aligned} tr_s &= \frac{P_i \times d_i}{2 [(f \times E) - (0,6 \times P_i)]} = \frac{17,35 \text{ psi} \times 65,625 \text{ in}}{2 [(18750 \text{ psi} \times 0,8) - (0,6 \times 17,35 \text{ psi})]} \\ &= 0,037 \text{ in} \end{aligned}$$

$$c_{\text{lubang}} = 0,$$

Tebal lubang teoritis (tr_n) :

$$d_{\text{in}} = 1,380 \text{ in, sehingga :}$$

$$t_{rn} = \frac{P_i \times d_{in}}{2 [(f \times E) - (0,6 \times P_i)]} = \frac{17,35 \text{ psi} \times 1,380 \text{ in}}{2 [(18750 \text{ psi} \times 0,8) - (0,6 \times 17,35 \text{ psi})]} = 0,00079 \text{ in}$$

$$A = t_{rs} \times d_{in} = 0,037 \text{ in} \times 1,380 \text{ in} = 0,052 \text{ in}$$

$$A_1 = d_{in} \times (t_s - t_{rs} - c) = 1,380 \text{ in} (3/16 \text{ in} - 0,037 \text{ in} - 0) = 0,206 \text{ in}$$

$$A_2 = 2 \times [((2 \frac{1}{4} \times t_n) + t_p)(t_n - t_{rn} - c)] = 2 \times [((2 \frac{1}{4} \times 0,28 \text{ in}) + \frac{1}{2} \text{ in})(0,28 \text{ in} - 0,00079 \text{ in} - 0)] = 0,357 \text{ in}$$

$$A_1 + A_2 = 0,206 \text{ in} + 0,357 \text{ in} = 0,563 \text{ in} > 0,052 \text{ in, Jadi tidak diperlukan penguat}$$

6.9. Menentukan Dimensi Gasket, *Bolting* dan *Flange* pada Tangki

Diameter luar (OD) evaporator = 66 in

Diameter dalam (ID) evaporator = 65,625 in

$t_s = 3/16 \text{ in}$

Pemilihan :

a. Gasket pada tangki (Brownell dan Young, hlm 228)

Bahan : Asbestos

Tebal : 1/16 in

Faktor gasket (m) : 2,75

Design stress seating minimal (y) : 3700 psi

b. *Bolting* pada tangki (Brownell dan Young, hlm 340)

Bahan : SB 160

Stress : 15.000 psi

c. *Flange* pada tangki

Bahan : *Carbon steel SA – Grade M tipe 316*

Stress : 18.750 psi

6.9.1. Menentukan Gasket pada Tangki

a. Menentukan Lebar Gasket

Dari Brownell dan Young, hlm 226 diketahui bahwa :

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{y - (P \times m)}{y - P(m + 1)}}$$

dimana :

d_o = diameter luar gasket

d_i = diameter dalam gasket

P = 18,0094 psi

y = 3700 psi

m (faktor gasket) = 2,75

$$\text{sehingga : } \frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{3700 \text{ psi} - (18,0094 \text{ psi} \times 2,75)}{3700 \text{ psi} - 18,0094 \text{ psi}(2,75 + 1)}} = 1,0025$$

Diasumsikan diameter dalam (d_i) gasket = 66 in

Sehingga : $d_o = 1,0025 \times 66 \text{ in} = 66,21 \text{ in}$

Dari Brownell dan Young, hlm 242 didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{Lebar minimum gasket} &= \frac{1}{2} (d_o - d_i) = \frac{1}{2} (66,21 \text{ in} - 66 \text{ in}) \\ &= 0,105 \text{ in} \times 16/16 \\ &= 1,68 \text{ in} \approx 3/16 \text{ in} \end{aligned}$$

b. Menentukan Beban Gasket

Dari Brownell dan Young, hlm 240 diketahui bahwa :

$$W_{m2} = Hy = \pi \times b \times Gy$$

Dimana :

B = lebar efektif gasket

Y = yield = 1600 psi

G = diameter pada tempat terjadinya beban gasket

n = tebal gasket = 1/8 in (asumsi)

$$\begin{aligned} G &= d \text{ rata-rata gasket} = d_i + \text{tebal gasket} = 66 \text{ in} + 1/8 \text{ in} \\ &= 66,125 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari Brownell dan Young, fig. 12.12 hlm 229, diketahui bahwa $b_o \leq \frac{1}{4} \text{ in}$

apabila $b_o = b$, sehingga :

$$b_o = \frac{n}{2} = \frac{1/8 \text{ in}}{2} = 0,062 \text{ in} = b$$

didapatkan :

$$W_{m2} = \pi \times 0,062 \times 66,125 \text{ in} \times 3700 = 47630,89 \text{ in}$$

Dari Brownell dan Young, hlm 240 diketahui bahwa beban untuk menjaga sambungan adalah :

$$\begin{aligned} H_p &= 2b\pi \times G \times p \times m \\ &= (2 \times 0,062 \text{ in} \times \pi) \times 66,125 \text{ in} \times 18,0094 \text{ psi} \times 2,75 \\ &= 1275,11 \text{ lb} \end{aligned}$$

Beban karena tekanan dalam :

$$\begin{aligned} H &= \pi/4 \times G^2 \times P = \pi/4 \times (66,125 \text{ in})^2 \times 18,0094 \text{ in} \\ &= 61815,91 \text{ lb} \end{aligned}$$

d. Menentukan Beban Gasket

Dari Brownell dan Young, hlm 240 diketahui bahwa :

$$W_{ms} = 17Y = \pi \times b \times G$$

Dimana :

B = lebar efektif gasket

Y = yield = 1000 psi

G = diameter pada tempat terjadinya beban gasket

n = tebal gasket = 1/8 in (asumsi)

G = diameter rata-rata gasket = di + tebal gasket = 66 in + 1/8 in

$$= 66,125 \text{ in}$$

Dari Brownell dan Young, hlm 250, diketahui bahwa $bo \approx 2 \text{ in}$

sehingga $bo = d$ sehingga :

$$bo = \frac{n}{2} = \frac{1/8 \text{ in}}{2} = 0,0625 \text{ in} = b$$

dibarkan :

$$W_{ms} = \pi \times 0,0625 \times 66,125 \text{ in} \times 3700 = 47930,89 \text{ in}$$

Dari Brownell dan Young, hlm 240 diketahui bahwa beban untuk menjaga

seimbangan adalah :

$$17P = 2b \times G \times p \times m$$

$$= (2 \times 0,0625 \text{ in} \times \pi) \times 66,125 \text{ in} \times 18.000 \text{ psi} \times 2,75$$

$$= 1272,11 \text{ lb}$$

Beban karena tekanan dalam :

$$H = \pi d \times G \times P = \pi \times 4 \times (66,125 \text{ in}) \times 18.000 \text{ psi}$$

$$= 61812,01 \text{ lb}$$

Jadi beban berat pada kondisi operasi didapatkan :

$$\begin{aligned} W_{m1} &= H + H_p = 61815,91 \text{ lb} + 1275,11 \text{ lb} \\ &= 63091,024 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diketahui bahwa $W_{m1} > W_{m2}$, sehingga beban yang mengontrol dalam proses adalah W_{m1} .

6.9.2. Menentukan Baut Tangki

Dari Brownell dan Young, hlm 240, diketahui bahwa luas minimum baut area (A_m) adalah :

$$A_m = \frac{W_{m1}}{fb} = \frac{63091,024 \text{ lb}}{15000} = 4,206 \text{ in}^2$$

Dari Brownell dan Young, hlm 188, maka :

$$\text{Dicoba ukuran baut} = 1 \text{ in}$$

$$\text{Root Area} = 0,551 \text{ in}^2$$

Jumlah baut minimum (N) :

$$N = \frac{A_m}{\text{Root Area}} = \frac{4,206 \text{ in}^2}{0,551 \text{ in}^2} = 7,63 \approx 8 \text{ buah}$$

Sehingga dari Brownell dan Young, hlm 188 diperoleh :

- Ukuran nominal baut = 1 in
- *Root area* = 0,551 in²
- *Bolt spacing* (Bc) = 2 ¼ in
- Jarak radial minimum (R) = 1 3/8 in
- Jarak dari tepi (E) = 1 1/16 in
- *Nut dimension* = 1 5/8 in
- *Radius fillet* maks (r) = 7/16 in

Jadi beban berat pada kondisi operasi dibagikan :

$$W_{m1} = H + H_p = 61815.91 \text{ lb} + 1252.11 \text{ lb} = 63068.024 \text{ lb}$$

Dari perhitungan diketahui bahwa $W_{m1} > W_{m2}$ sehingga beban yang mengontrol dalam proses adalah W_{m1} .

6.9.2. Menentukan Berat Tangki

Dari Brownell dan Young, him 240, diketahui bahwa luas minimum baut area

(A_m) adalah :

$$A_m = \frac{W_{m1}}{fb} = \frac{63068.024 \text{ lb}}{17000} = 3.710 \text{ in}^2$$

Dari Brownell dan Young, him 188, maka :

$$\text{Dipilih ukuran baut} = 1 \text{ in}$$

$$\text{Root area} = 0.721 \text{ in}^2$$

Jumlah baut minimum (N) :

$$N = \frac{A_m}{\text{Root area}} = \frac{3.710 \text{ in}^2}{0.721 \text{ in}^2} = 5.145 \approx 8 \text{ buah}$$

Sehingga dari Brownell dan Young, him 188 diperoleh :

- Ukuran nominal baut = 1 in
- Root area = 0.721 in²
- Bolt spacing (B) = 2.24 in
- Jarak radial minimum (R) = 1.28 in
- Jarak dari tepi (E) = 1.116 in
- No dimension = 1.28 in
- Radius Villet maks (r) = 0.116 in

Pengecekan lebar gasket :

$$\begin{aligned} \text{Ab aktual} &= \text{jumlah baut} \times \text{root area} \\ &= 8 \times 0,551 \text{ in}^2 \\ &= 4,408 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Dari Brownell dan Young, hlm 243 didapat lebar gasket minimum (W) :

$$\begin{aligned} W &= \frac{\text{Ab aktual} \times f \text{ allowable}}{2 \times Y \times G \times \pi} = \frac{4,408 \text{ in}^2 \times 15000}{2 \times 3700 \times 66,125 \times \pi} \\ &= 0,043 \text{ in} \end{aligned}$$

Karena $W = 0,055 \text{ in} <$ dari lebar gasket yang ditentukan $= 3/16 \text{ in}$, maka lebar gasket memadai.

6.9.2. Menentukan *Flange* Tangki

a. Menentukan Diameter Luar *Flange* (A)

Dari Brownell dan Young, hlm 243 didapat :

$$A = \text{bolt circle diameter} + 2 E = C + 2 E$$

$$C = 2 (1,45 g_o + R) + \text{di gasket}$$

Dimana $g_o > 5/8 \text{ in}$, maka diambil harga $g_o = 0,8 \text{ in}$

Sehingga :

$$C = [2 ((1,45 \times 0,8 \text{ in}) + 1 \frac{3}{8} \text{ in})] + 66 \text{ in} = 71,07 \text{ in}$$

$$A = \text{OD} = 71,07 \text{ in} + (2 \times 1 \frac{1}{16} \text{ in}) = 73,195 \text{ in}$$

b. Menentukan Momen

Untuk keadaan *bolting up* (tanpa tekanan dalam), maka :

$$\begin{aligned} W &= \frac{1}{2} (A_m + A_b) \times f_{all} = \frac{1}{2} (4,206 \text{ in}^2 + 4,408 \text{ in}^2) \times 15000 \\ &= 33062,103 \text{ lb} \end{aligned}$$

Pengecekan lebar gasket :

$$\begin{aligned}
 Ab \text{ aktual} &= \text{jumlah baut} \times \text{luas area} \\
 &= 8 \times 0.251 \text{ in}^2 \\
 &= 4.408 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

Dari Brownell dan Young, him 2-43 didapat lebar gasket minimum (W) :

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{Ab \text{ aktual} \times F \text{ allowable}}{2 \times Y \times G \times \pi} = \frac{4.408 \text{ in}^2 \times 15000}{2 \times 3700 \times 66125 \times \pi} \\
 &= 0.025 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Karena $W = 0.025 \text{ in} <$ dari lebar gasket yang diberikan $= 0.16 \text{ in}$, maka

lebar gasket memadai.

6.9.2. Menentukan Flange Tangki

a. Menentukan Diameter Luar Flange (A)

Dari Brownell dan Young, him 2-43 didapat :

$$A = \text{boll circle diameter} + 2E = C + 2E$$

$$C = 2(1.45 g_0 + R) + \text{di gasket}$$

Dimana $g_0 > 2.8 \text{ in}$, maka diambil harga $g_0 = 0.8 \text{ in}$

sehingga :

$$C = [2(1.45 \times 0.8 \text{ in} + 1.52 \text{ in}) + 60 \text{ in}] = 71.07 \text{ in}$$

$$A = OD = 71.07 \text{ in} + [2 \times 1.18 \text{ in}] = 73.43 \text{ in}$$

b. Menentukan Momen

Untuk keadaan bolting up (tanpa tekanan dalam), maka :

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{1}{2}(A_m + Ab) \times Fall = \frac{1}{2}(4.206 \text{ in}^2 + 4.408 \text{ in}^2) \times 15000 \\
 &= 23065.103 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Dari Brownell dan Young, hlm 243, maka diketahui jarak radial dari beban gasket yang bereaksi terhadap *bolt circle* (h_G) adalah :

$$h_G = \frac{1}{2} (C - G) = \frac{1}{2} (71,07 \text{ in} - 66,125 \text{ in}) = 2,47 \text{ in}$$

Momen *flange* (M_a) :

$$M_a = h_G \times W = 2,47 \text{ in} \times 33062,103 \text{ lb} = 81746,04 \text{ lb.in}$$

Untuk kondisi operasi :

$$\begin{aligned} W = W_{ml} &= H + H_p = 61815,91 \text{ lb} + 1275,11 \text{ lb} \\ &= 63091,024 \text{ lb} \end{aligned}$$

Tekanan hidrostatik pada daerah *flange* (H_D) :

$$\begin{aligned} H_D &= 0,785 B^2 \times P \quad \text{dimana : } B = \text{OD shell} = 66 \text{ in} \\ &P = 18,0094 \text{ psi} \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} H_D &= 0,785 B^2 \times P = 0,785 \times (66 \text{ in})^2 \times 18,0094 \text{ psi} \\ &= 61582,42 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dari Brownell dan Young, hlm 243, diketahui jarak jari-jari dari *bolt circle* pada

H_D adalah :

$$h_D = \frac{1}{2} (C - B) = \frac{1}{2} (71,07 \text{ in} - 66 \text{ in}) = 2,53 \text{ in}$$

Momen komponen M_D :

$$\begin{aligned} M_D &= H_D \times h_D = 61582,42 \text{ lb} \times 2,53 \text{ in} \\ &= 156111,44 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Perbedaan antar beban baut *flange* dengan gaya hidrostatik total :

$$\begin{aligned} H_G &= W - H = W_{ml} - H = 63091,024 \text{ lb} - 61815,91 \text{ lb} \\ &= 1275,114 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dari Brownell dan Young, hlm 243, maka diketahui jarak radial dari beban gaske

yang berasal dari perubahan low stress (H_D) adalah :

$$H_D = \frac{1}{2} (C - B) = \frac{1}{2} (71.07 \text{ in} - 66.125 \text{ in}) = 2.47 \text{ in}$$

Momen tawar (M_D) :

$$M_D = H_D \times W = 2.47 \text{ in} \times 33065.103 \text{ lb} = 81746.04 \text{ lb.in}$$

Untuk kondisi operasi :

$$W = W_m = H + H_p = 61812.91 \text{ lb} + 1272.11 \text{ lb} = 63085.02 \text{ lb}$$

Tekanan hidrostatik pada daerah tawar (H_p) :

$$H_p = 0.782 B^2 \times P \text{ dimana : } B = \text{OD shell} = 66 \text{ in}$$

$$P = 18.0094 \text{ psi}$$

sehingga :

$$H_p = 0.782 B^2 \times P = 0.782 \times (66 \text{ in})^2 \times 18.0094 \text{ psi}$$

$$= 61282.42 \text{ lb}$$

Dari Brownell dan Young, hlm 243, diketahui jarak jari-jari dari ben stroke pada

H_D adalah :

$$H_D = \frac{1}{2} (C - B) = \frac{1}{2} (71.07 \text{ in} - 66 \text{ in}) = 2.53 \text{ in}$$

Momen komponen M_D :

$$M_D = H_D \times W_D = 61282.42 \text{ lb} \times 2.53 \text{ in}$$

$$= 155114.4 \text{ lb.in}$$

Perbedaan antar beban tawar dengan gaya hidrostatik total :

$$H_D = W - H = W_m - H = 63085.02 \text{ lb} - 61812.91 \text{ lb}$$

$$= 1272.11 \text{ lb}$$

Komponen momen ke M_G :

$$M_G = H_G \times h_G = 1275,114 \text{ lb} \times 2,47 \text{ in} = 3149,53 \text{ lb in}$$

Perbedaan antara gaya hidrostatik total dengan gaya hidrostatik dalam area *flange* adalah :

$$\begin{aligned} H_T &= H - H_D = 61815,91 \text{ lb} - 61582,42 \text{ lb} \\ &= 233,48 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_T &= \frac{1}{2} (h_D + h_G) = \frac{1}{2} (2,53 \text{ in} + 2,47 \text{ in}) \\ &= 2,50 \text{ in} \end{aligned}$$

Komponen momen (M_T) :

$$\begin{aligned} M_T &= H_T \times h_T = 233,48 \text{ lb} \times 2,50 \text{ in} \\ &= 584,59 \text{ lb in} \end{aligned}$$

Total momen pada kondisi operasi :

$$\begin{aligned} M_O &= M_D + M_G + M_T \\ &= 156111,44 \text{ lb in} + 3149,53 \text{ lb in} + 584,59 \text{ lb in} \\ &= 159845,56 \text{ lb in} \end{aligned}$$

c. Menentukan Tebal *Flange*

Dari Brownell dan Young, hlm 244 :
$$t = \sqrt{\frac{y \times M_{maks}}{f \times B}}$$

Dimana : $M_{maks} = M_O$

$f = \text{stress} = 18750 \text{ psi}$

$B = \text{OD evaporator} = 66 \text{ in}$

$$\begin{aligned} K &= \frac{A}{B} = \frac{\text{OD flange}}{\text{OD evaporator}} = \frac{73,195 \text{ in}}{66 \text{ in}} \\ &= 1,109 \end{aligned}$$

Dari Brownell dan Young, fig. 12.12, hlm 238, didapatkan $y = 2,5$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga : } t &= \sqrt{\frac{2,5 \times 159845,56 \text{ lb in}}{18750 \text{ psi} \times 66 \text{ in}}} \\ &= 0,56 \text{ in} \end{aligned}$$

Kesimpulan dimensi :

a. Gasket pada tangki

Bahan	:	Asbestos
Tebal	:	1/16 in
Lebar	:	3/16 in

b. Bolting pada tangki

Bahan	:	SB 160
Ukuran	:	1 in
Jumlah	:	8 buah
<i>Bolt spacing</i>	:	2 ¼ in
Jarak radial minimum	:	1 3/8 in
Jarak dari tepi	:	1 1/16 in
Stress	:	15000 psi

c. Flange pada tangki

Bahan	:	Carbon steel SA – Grade M tipe 316
Stress	:	18.750 psi
Tebal	:	0,56 in
OD	:	87,195 in

6.10. Menentukan Dimensi Penyangga

a. Berat Bejana Kosong

$$OD = 66 \text{ in} = 5,5 \text{ ft}$$

$$ID = 65,625 \text{ in} = 5,46 \text{ ft}$$

$$ts = 3/16 \text{ in} = 0,0156 \text{ ft}$$

Dari Perry, edisi 6, tabel 3-118 didapatkan densitas bejana (ρ) = 489 lb/ft³

$$\text{Tinggi silinder} = L_s = 8,60 \text{ ft} = 103,26 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} W_s &= (\pi/4) \times (do^2 - di^2) \times \rho \times L_s \\ &= (\pi/4) \times [(5,5 \text{ ft})^2 - (5,46 \text{ ft})^2] \times 489 \text{ lb/ft}^3 \times 11,673 \text{ ft} \\ &= \frac{1447,2632 \text{ lb}}{2,2046 \text{ lb/kg}} = 656,47 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Berat Tutup Bejana

Tutup bawah *conical* :

$$V = \frac{\pi (do^3 - di^3)}{24 \times \text{tg } \frac{1}{2}\alpha} = \frac{\pi [(5,5 \text{ ft})^3 - (5,46 \text{ ft})^3]}{24 \times \text{tg } 60^\circ} = 0,27 \text{ ft}^3$$

$$\begin{aligned} W_{Tb} &= V \times \rho = 0,27 \text{ ft}^3 \times 489 \text{ lb/ft}^3 = \frac{133,26 \text{ lb}}{2,2046 \text{ lb/kg}} \\ &= 60,44 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tutup atas *standar dished* :

$$\begin{aligned} V &= 0,000049 (do^3 - di^3) = 0,000049 [5,5 \text{ ft})^3 - (5,46 \text{ ft})^3] \\ &= 0,00017 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{Ta} &= V \times \rho = 0,00017 \text{ ft}^3 \times 489 \text{ lb/ft}^3 = \frac{0,086 \text{ lb}}{2,2046 \text{ lb/kg}} \\ &= 0,039 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{tutup}} &= W_{Tb} + W_{Ta} = 60,44 \text{ kg} + 0,039 \text{ kg} \\ &= 60,489 \text{ kg} \end{aligned}$$

6.10. Menentukan Dimensi Penyangga

a. Berat Baja Kosong

$$\begin{aligned} OD &= 60 \text{ in} = 2.2 \text{ ft} \\ ID &= 62.625 \text{ in} = 2.46 \text{ ft} \\ t &= 3.16 \text{ in} = 0.126 \text{ ft} \end{aligned}$$

Dari Price's edisi 6, tabel 3-118 didapatkan densitas baja (ρ) = 489 lb/ft³

Tinggi silinder = $L_s = 8.00 \text{ ft} = 103.26 \text{ in}$

$$W_s = (\pi L_s) \times (d_o^2 - d_i^2) \times \rho \times L_s$$

$$\begin{aligned} &= (\pi L_s) \times [(2.2 \text{ ft})^2 - (2.46 \text{ ft})^2] \times 489 \text{ lb/ft}^3 \times 11.673 \text{ ft} \\ &= \frac{1447.2633 \text{ lb}}{2.2046 \text{ lb/kg}} = 656.47 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Berat Tutup Baja

Tutup bawah convex :

$$V = \frac{24 \times \pi (d_o^2 - d_i^2)}{24 \times \pi (d_o^2 - d_i^2)} = \frac{\pi [(2.2 \text{ ft})^2 - (2.46 \text{ ft})^2]}{24 \times \pi (d_o^2 - d_i^2)} = 0.57 \text{ ft}^3$$

$$\begin{aligned} W_{tb} &= V \times \rho = 0.57 \text{ ft}^3 \times 489 \text{ lb/ft}^3 = \frac{133.26 \text{ lb}}{2.2046 \text{ lb/kg}} \\ &= 60.44 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tutup atas convex :

$$\begin{aligned} V &= 0.00049 (d_o^2 - d_i^2) = 0.00049 [(2.2 \text{ ft})^2 - (2.46 \text{ ft})^2] \\ &= 0.00017 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{ta} &= V \times \rho = 0.00017 \text{ ft}^3 \times 489 \text{ lb/ft}^3 = \frac{0.086 \text{ lb}}{2.2046 \text{ lb/kg}} \\ &= 0.039 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$W_{tutup} = W_{tb} + W_{ta} = 60.44 \text{ kg} + 0.039 \text{ kg}$$

$$= 60.489 \text{ kg}$$

c. Berat Larutan Evaporator

$$W_L = 9630,5 \text{ kg (App. A)}$$

d. Berat Tube (Wt)

$$\text{Diameter luar (OD)} = \frac{3}{4} \text{ in} = 0,0625 \text{ ft}$$

$$\text{Diameter dalam (ID)} = 0,584 \text{ in} = 0,0487 \text{ ft}$$

$$\rho_{\text{tube}} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} W_t &= (\pi/4) \times (d_o^2 - d_i^2) \times \rho \times N_t \times L \\ &= (\pi/4) \times [(0,0625 \text{ ft})^2 - (0,0487 \text{ ft})^2] \times 489 \text{ lb/ft}^3 \times 109 \times 8 \text{ ft} \\ &= \frac{1307,54 \text{ lb}}{2,2046 \text{ lb/kg}} \\ &= 593,096 \text{ kg} \end{aligned}$$

e. Berat Steam

$$W_{st} = 669,80 \text{ kg (App. B)}$$

f. Berat isolasi

Dipilih isolasi = *Asbestos Fibber Standart*

$$\text{Dari Kern, hlm 795 didapat harga : } \rho_{\text{asbestos}} = 29,3 \text{ lb/ft}^3$$

Diasumsikan tebal isolasi = 2 in, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{OD isolasi} &= D_{\text{shell}} + \text{tebal isolasi} = 66 \text{ in} + 2 \text{ in} \\ &= 68 \text{ in} = 5,66 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$H = 8,60 \text{ ft} = 103,26 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} W_I &= (\pi/4) \times [(d_{o_{\text{isolasi}}})^2 - (d_{o_{\text{shell}}})^2] \times \rho \times H \\ &= (\pi/4) \times [(5,66 \text{ ft})^2 - (5,5 \text{ ft})^2] \times 29,3 \text{ lb/ft}^3 \times 8,60 \text{ ft} \\ &= \frac{635,205 \text{ lb}}{2,2046 \text{ lb/kg}} \end{aligned}$$

$$= 164,27 \text{ kg}$$

g. Berat Perlengkapan Lain di Shell

Diambil 18 % berat shell, sehingga :

$$\begin{aligned} W_p &= 18 \% \times W_s = 18 \% \times 656,47 \text{ kg} \\ &= 118,16 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka didapat :

$$\begin{aligned} \text{Berat total} &= W_s + W_{\text{tutup}} + W_L + W_t + W_{st} + W_I + W_p \\ &= 656,47 \text{ kg} + 60,489 \text{ kg} + 9630,5 \text{ kg} + 593,096 \text{ kg} + \\ &\quad 669,80 \text{ kg} + 164,27 \text{ kg} + 118,16 \text{ kg} \\ &= 12294,69 \text{ kg} \end{aligned}$$

Untuk faktor pengamanan dipakai *safety* 10 % lebih besar, maka berat total menjadi :

$$W_{\text{total}} = 1,1 \times 12294,69 \text{ kg} = 13524,16 \text{ kg}$$

h. Perancangan *Leg Support*

Untuk penahan dipilih jenis *I-Beam* dengan jumlah 4 buah

$$\begin{aligned} \text{Beban tiap kolom (P)} &= \frac{\text{Berat total}}{4} = \frac{13524,169 \text{ kg}}{4} \\ &= 3381,042 \text{ kg} \times 2,2046 \text{ lb/kg} \\ &= 7453,84 \text{ lb} \end{aligned}$$

Evaporator dianggap terletak di dalam ruangan, sehingga tekanan angin tidak dikontrol (tanpa beban eksentrik).

Untuk *I-Beam* dicoba dengan ukuran (8 x 4), sehingga dari Brownell dan Young, hlm 355 didapat :

$$\text{Berat} = 23 \text{ lb} \qquad b = 4,171 \text{ in}$$

$$\text{Luas (Ay)} = 6,71 \text{ in}^2 \qquad R_{2-2} = 0,81 \text{ in}$$

$$H = 8 \text{ in} \qquad I_{2-2} = 4,4 \text{ in}^4$$

Jarak dari *base plate* ke dasar kolom = $L = 8 \text{ ft}$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi leg (l)} &= (0,5 \times H) + (0,5 \times L) = (0,5 \times 8,60 \text{ ft}) + (0,5 \times 8 \text{ ft}) \\ &= 8,3 \text{ ft} \times 12 \text{ in/ft} \\ &= 99,6 \text{ in} \end{aligned}$$

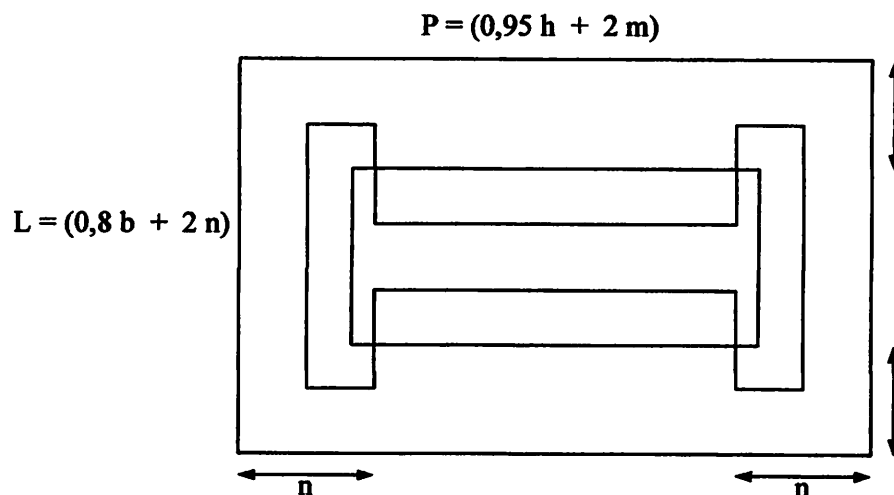
$$\text{sehingga didapat : } \frac{l}{r} = \frac{99,6 \text{ in}}{0,81 \text{ in}} = 122,96$$

$$f_c \text{ aman} = \frac{18000}{1 + \frac{\left(\frac{l}{r}\right)^2}{18000}} = \frac{18000}{1 + \frac{(122,96)^2}{18000}} = 9782,64 \text{ psi}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas (A) yang dibutuhkan} &= \frac{P}{f_c \text{ aman}} = \frac{7453,84 \text{ lb}}{9782,64 \text{ psi}} \\ &= 0,761 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Karena A yang dibutuhkan < A tersedia, maka *I-Beam* dengan ukuran tersebut di atas memadai.

i. Dimensi *Base Plate*



$$P = 7453,84 \text{ lb}$$

$$\text{Luas base plate} = A_1 = \frac{P}{f_{bp}}$$

Dimana : f_{bp} = stress pada pondasi

Direncanakan pondasi menggunakan beton, maka dari Hesse, hlm 162 diperoleh

$f_{bp} = 600$ psi sehingga :

$$A_1 = \frac{7453,84 \text{ lb}}{600 \text{ psi}} = 12,42 \text{ in}$$

Menghitung panjang dan lebar dari *base plate* :

$$A_1 = P \times L \quad \text{dimana} \quad P = 0,95 h + 2 m$$

$$L = 0,8 b + 2 n$$

Diasumsikan $m = n$, sehingga :

$$A_1 = (0,95 h + 2 m)(0,8 b + 2 n)$$

$$12,42 \text{ in}^2 = 4 m^2 + 21,8736 m + 25,3597$$

$$0 = 4 m^2 + 21,8736 m + 12,93$$

Dengan rumus ABC, maka didapat : $m = 0,538 \text{ in}$

$$\begin{aligned} P = 0,95 h + 2 m &= (0,95 \times 8 \text{ in}) + (2 \times 0,538 \text{ in}) \\ &= 8,67 \text{ in} \approx 9 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L = 0,8 b + 2 n &= (0,8 \times 4,171 \text{ in}) + (2 \times 0,538 \text{ in}) \\ &= 4,41 \text{ in} \approx 5 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_2 = P \times L &= 9 \text{ in} \times 5 \text{ in} \\ &= 45 \text{ in} \end{aligned}$$

$A_2 > A_1$, maka ukuran *I-Beam* memadai.

Harga m dan n baru :

$$P = 0,95 h + 2 m$$

$$9 \text{ in} = (0,95 \times 8 \text{ in}) + (2 \text{ m})$$

$$m = 0,7 \text{ in}$$

$$L = 0,8 b + 2 n$$

$$5 \text{ in} = (0,8 \times 4,171 \text{ in}) + (2 n)$$

$$n = 0,8316 \text{ in}$$

Beban yang harus ditahan :

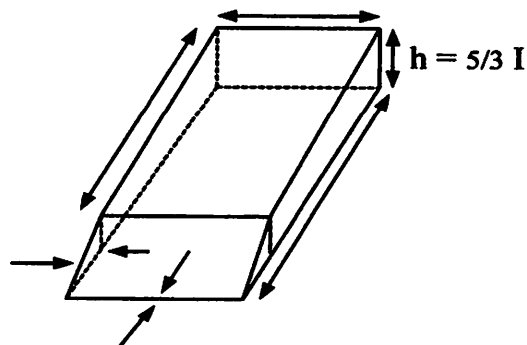
$$P = \frac{P}{A_2} = \frac{7453,84 \text{ lb}}{45 \text{ in}} = 165,64 \text{ lb/in}$$

Tebal *base plate*:

$$\begin{aligned} T_{bp} &= \sqrt{0,00015 \times P \times m^2} = \sqrt{0,00015 \times 165,64 \text{ lb/in} \times (0,7 \text{ in})^2} \\ &= 0,110 \text{ in} \times 16/16 \\ &= 1,76 \text{ in} \approx 3/16 \text{ in} \end{aligned}$$

j. Dimensi Baut

$$P \text{ baut} = 7453,84 \text{ lb}$$



$$\text{Jumlah baut} = 8 \text{ buah}$$

$$P \text{ tiap baut} = \frac{7453,84 \text{ lb}}{8} = 931,73 \text{ lb}$$

$$F_t \text{ steel} = \text{Beban tiap baut maks} = 12000 \text{ psi}$$

$$A \text{ baut} = \frac{P \text{ tiap baut}}{\text{ft steel}} = \frac{931,73 \text{ lb}}{12000 \text{ psi}}$$

$$= 0,077 \text{ in}^2$$

$$A_b = \frac{1}{4} \pi d_b^2$$

$$0,077 \text{ in}^2 = \frac{1}{4} \pi d_b^2$$

$$d_b = 0,444 \text{ in}$$

Standarisasi dari Brownell dan Young, hlm 188 :

$$\text{Ukuran D baut} = \frac{1}{2} \text{ in}$$

$$\text{Bolt spacing} = 1 \frac{1}{4} \text{ in}$$

$$\text{Jarak radial minimum} = 1 \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$\text{Edge distance} = \frac{5}{8} \text{ in}$$

$$\text{Nut dimension} = \frac{7}{8} \text{ in}$$

k. Dimensi *Lug Support*

Di gunakan 2 *plate* horizontal (*lug*) dan *plate* vertikal (*gusset*).

$$\text{Tebal plate horizontal : } T_{hp} = \sqrt{\frac{6 \times M_y}{f_{\text{all}}}}$$

Dimana :

$$T_{hp} = \text{tebal plate horisontal}$$

$$F_{\text{allow}} = \text{allowable stress material}$$

$$M = \frac{\beta^3 \times t^2 \times P \times e \times r_o^2}{12 (1 - \mu) b \times h}$$

Dimana :

$$M = \text{axial bending momen}$$

$$T = \text{tebal momen}$$

P = beban yang ditanggung

A = lebar *arm* untuk beban **P**

H = *gasket / rob height*

μ = rasio Poisson = 0,3

r_o = jari-jari silinder luar = $\frac{1}{2}$ OD = $\frac{1}{2}$ x 66 in
= 33 in

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3(1-\mu^2)}{r_o^2 \times ts^3}} = \sqrt[4]{\frac{3[1-(0,3)^2]}{(33 \text{ in})^2 \times (3/16 \text{ in})^3}} = 0,095$$

$$e = \frac{1}{2} ts + \frac{1}{2} bi + 1,5 = (\frac{1}{2} \times 3/16 \text{ in}) + (\frac{1}{2} \times 4,171) + 1,5$$

$$= 3,679 \text{ in}$$

$$l = b + 2 db = 4,171 + (2 \times 0,444) = 5,06 \text{ in}$$

$$h = \text{tinggi lug} = \frac{5}{3} \times l = \frac{5}{3} \times 5,06 \text{ in}$$

$$= 8,43 \text{ in}$$

$$P = 7453,84 \text{ lb}$$

$$M = \frac{\beta^3 \times t^2 \times P \times e \times r_o^2}{12(1-\mu) b \times h}$$

$$= \frac{(0,095)^3 \times (3/16)^2 \times 7453,84 \times 3,679 \times (33)^2}{12 \times (1-0,3) \times 4,171 \times 8,43}$$

$$= 0,830$$

$$T_{hp} = \sqrt{\frac{6 \times M_y}{f \text{ all}}} = \sqrt{\frac{6 \times 0,830}{12000}} = 0,020 \times 16/16$$

$$= 0,32/16 \text{ in} \approx 1/16 \text{ in}$$

$$T_g = \frac{3}{8} \times T_{hp} = \frac{3}{8} \times 1/16 \text{ in} = 0,023 \text{ in} \times 16/16$$

$$= 0,375/16 \text{ in} \approx 1/16 \text{ in}$$

1. Dimensi Pondasi

Berat total yang harus ditahan pondasi adalah :

- Berat beban total bejana
- Berat kolom penyangga
- Berat *base plate*

Ditentukan :

- Masing-masing kolom penyangga diberi pondasi
- Spesifikasi didasarkan atas beban tiap kolom penyangga pada sistem pondasi
- Spesifikasi tiap kolom penyangga adalah sama

$$\text{Berat beban kolom } (W_k) = 7453,84 \text{ lb}$$

$$\text{Berat } \textit{base plate} (W_{bp}) = p \times l \times t \times \rho$$

Dimana :

$$W_{bp} = \text{beban } \textit{base plate}$$

$$p = \text{panjang } \textit{base plate} = 9 \text{ in} = 0,75 \text{ ft}$$

$$l = \text{lebar } \textit{base plate} = 5 \text{ in} = 0,416 \text{ ft}$$

$$t = \text{tebal } \textit{base plate} = 3/16 \text{ in} = 0,0156 \text{ ft}$$

$$\rho_{\text{beton}} = \text{densitas beton} = 480 \text{ lb/ft}^3 \text{ (kern, hal :795)}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} W_{bp} &= 0,75 \text{ ft} \times 0,416 \text{ ft} \times 0,0156 \text{ ft} \times 480 \text{ lb/ft}^3 \\ &= 2,34 \text{ lb} \end{aligned}$$

Beban penyangga kolom :

$$W_p = l \times A \times \rho \times f$$

Dimana :

$$W_p = \text{beban kolom}$$

$$l = \text{tinggi kolom} = 7,8365 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{densitas baja}$$

$$A = \text{luas kolom } I\text{-Beam}$$

$$f = \text{faktor koreksi} = 3,4$$

sehingga :

$$\begin{aligned} W_p &= 7,8365 \text{ ft} \times 0,312 \text{ ft}^2 \times 480 \text{ lb/ft}^3 \times 3,4 \\ &= 3990,220 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi : } W_t &= W_k + W_p = 7453,84 \text{ lb} + 3990,220 \text{ lb} \\ &= 11444,06 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dengan penyangga hanya ada gaya vertikal dan berat kolom itu sendiri yang bekerja pada pondasi, maka diambil bidang kerja berbentuk persegi panjang dengan ukuran :

$$\text{Luas pondasi atas} = 20 \text{ in} \times 20 \text{ in}$$

$$\text{Luas pondasi bawah} = 30 \text{ in} \times 30 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi pondasi} = 20 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas pondasi rata-rata} &= \frac{\text{Luas pondasi atas} + \text{Luas pondasi bawah}}{2} \\ &= \frac{(20 \text{ in} \times 20 \text{ in}) + (30 \text{ in} \times 30 \text{ in})}{2} \\ &= 650 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume pondasi (V)} &= A \times t = 650 \text{ in}^2 \times 20 \text{ in} = 13000 \text{ in}^3 \\ &= 7,523 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Dari Kern, hlm 795 didapat harga ρ beton = 480 lb/ft³ sehingga :

$$\begin{aligned} W_b &= V \times \rho = 7,523 \text{ ft}^3 \times 480 \text{ lb/ft}^3 \\ &= 3611,04 \text{ lb} \end{aligned}$$

Menentukan tekanan tanah :

Diasumsikan kondisi tanah adalah *gravel* (kerikil) dengan tegangan yang diinginkan maka dari Hesse, hlm 327 diperoleh *safe bearing power* minimum adalah 2 ton/ft³ dan *safe bearing power* maksimum adalah 7 ton/ft³.

Berat total yang harus ditahan pondasi :

$$\begin{aligned} W_{\text{total}} &= W_t + W_b = 11444,06 \text{ lb} + 3611,04 \text{ lb} \\ &= 15055,105 \text{ lb} \end{aligned}$$

Luas tanah yang didasari pondasi :

$$A = 30 \text{ in} \times 30 \text{ in} = 900 \text{ in}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan pada tanah (P)} &= \frac{W_{\text{total}}}{A} = \frac{15055,105 \text{ lb}}{900 \text{ in}^2} \\ &= 16,72 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Digunakan *safe bearing power* minimum untuk menjamin keamanannya, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Bearing power tanah} &= 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ft}^3} \times \frac{1 \text{ lb}}{0,4536 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{144 \text{ in}^2} \\ &= 30,6192 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Tekanan dari pondasi *bearing power* tanah aman karena $P_{\text{pondasi}} < P_{\text{bearing power}}$, maka penggunaan pondasi dengan ukuran (10 in x 10 in) untuk bagian atas dan (20 in x 20 in) untuk bagian bawah dengan ketinggian 15 in yang dibangun di atas tanah (kerikil) adalah memadai.

Dari kem. hlm 792 didapat harga p beton = 480 lb ft³ sehingga :

$$W_p = V \times p = 7,223 \text{ ft}^3 \times 480 \text{ lb/ft}^3 = 3467,04 \text{ lb}$$

Menentukan tekanan tanah :

Dissiminasikan kondisi tanah adalah gravel (kerikil) dengan tegangan yang diinginkan maka dari Hesse, hlm 327 diperoleh α & β bearing power minimum adalah 2 ton/ft² dan α & β bearing power maksimum adalah 7 ton/ft².

Berat total yang harus ditahan pondasi :

$$W_{\text{total}} = W_1 + W_p = 11444,00 \text{ lb} + 3467,04 \text{ lb} = 14911,04 \text{ lb}$$

Luas tanah yang dibatasi pondasi :

$$A = 30 \text{ in} \times 30 \text{ in} = 900 \text{ in}^2$$

$$\text{Tekanan pada tanah (P)} = \frac{W_{\text{total}}}{A} = \frac{14911,04 \text{ lb}}{900 \text{ in}^2} = 16,57 \text{ lb/in}^2$$

Digunakan α & β bearing power minimum untuk menjamin keamanannya sehingga :

$$\text{Bearing power tanah} = 5000 \frac{\text{kg}}{\text{ft}^2} \times \frac{1 \text{ lb}}{0,4536 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ ft}^2}{144 \text{ in}^2} = 30,912 \text{ lb/in}^2$$

Tekanan dari pondasi bearing power tanah aman karena $P_{\text{pondasi}} < P_{\text{bearing power}}$ maka penggunaan pondasi dengan ukuran (10 in x 10 in) untuk bagian atas dan (20 in x 20 in) untuk bagian bawah dengan kelengkapan 12 in yang dibangun di atas tanah (kerikil) adalah memadai.

Kesimpulan Spesifikasi Evaporator

Type : *Short tube vertical* (calandria) dengan tutup atas berbentuk *standard dished* dan tutup bawah *conical*.

Jumlah larutan masuk (F)	: 10133,2	kg/jam
Suhu larutan masuk evaporator	: 75 °C	= 167 °F
Suhu larutan keluar evaporator	: 105 °C	= 221 °F
Suhu steam (T ₁)	: 110 °C	= 230 °F
Tekanan operasi (P)	: 1 atm	= 14,7 psia

Dimensi alat :

a. Tube

- Susunan pipa : *Triangular pitch*
- Panjang pipa : 4 ft
- Diameter luar pipa : 0,840 in = 0,070 ft
- Diameter dalam pipa : 0,622 in = 0,052 ft
- Jumlah tube : 102 buah

b. Silinder

- Bahan : HAS SA-240 grade M type 316
- Diameter luar silinder : 84 in
- Diameter dalam silinder : 83,625 in
- Tinggi silinder (L_s) : 140,076 in
- Tebal silinder (t_s) : 3/16 in

c. Perpipaan

- Ukuran pipa pemasukan steam : 5 in

- Ukuran pipa pemasukan feed : 2 in
- Ukuran pipa pemasukan produk : 2 in
- Ukuran pipa pemasukan uap : 6 in
- Ukuran pipa pemasukan kondensat : 1¼ in
- Ukuran *man hole* : 20 NPS

d. Gusset

- Bahan : Asbestos
- Tebal : 1/16 in
- Lebar : 3/16 in

e. Bolting (baut)

- Bahan : SB 160
- Ukuran : 1 in
- Jumlah : 8 buah

f. Flange

- Bahan : *Carbon steel SA – Grade M tipe 316*
- Tebal : 1/2 in
- OD : 87,195 in

g. Leg Support

- Jenis : *I-Beam (8 x 4)*
- Luas (Ay) : 6,71 in²
- H : 8 in
- b : 4,171 in
- R₂₋₂ : 0,81 in

– I_{2-2} : $4,4 \text{ in}^4$

h. Base plate

– Bahan konstruksi : *Carbon steel*

– Tebal *base plate* : $3/16 \text{ in}$

– Ukuran : $9 \text{ in} \times 5 \text{ in}$

– Jumlah baut : 4 buah

– Ukuran diameter baut : $\frac{1}{2} \text{ in}$

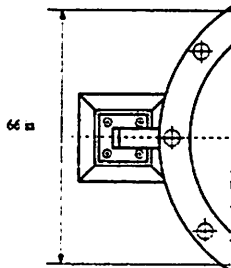
i. Pondasi

– Bahan : Beton

– Ukuran atas : $20 \text{ in} \times 20 \text{ in}$

– Ukuran bawah : $30 \text{ in} \times 30 \text{ in}$

– Tinggi pondasi : 20 in



ing	NPS	A	T	R	E	K	L	B
1	10	11.16	7.516	6.716	1.16	3.16	1.66	1.66
2	6	7.516	3.16	3.16	1.16	1.16	1.16	1.16
3	6	7.516	3.16	3.16	1.16	1.16	1.16	1.16
4	6	11.16	7.516	6.716	1.16	3.16	1.66	1.66
5	10	11.16	7.516	6.716	1.16	3.16	1.66	1.66

DASI	BETON
PLATE	CARBON STEEL
	SB 160
LANG BAHAN MASUK	HAS SA-240 GRADE M TYPE 316
LANG PRODUK	HAS SA-240 GRADE M TYPE 316
LANG BAWAH	HAS SA-240 GRADE M TYPE 316
LANG KONDENSAT	HAS SA-240 GRADE M TYPE 316
(TUBE)	HAS SA-240 GRADE M TYPE 316
LANG STEAM	HAS SA-240 GRADE M TYPE 316
LANGGA	CARBON STEEL SA - GRADE M TYPE 316
LANG GUSSET	CARBON STEEL SA - GRADE M TYPE 316
LANG RIDER	HAS SA-240 GRADE M TYPE 316
LANG HOLE	HAS SA-240 GRADE M TYPE 316
LANG GAGE	CARBON STEEL SA - GRADE M TYPE 316
LANG KET	ASEBESTOS
	SB 160
LANG P ATAS	HAS SA-240 GRADE M TYPE 316
LANG UAP KELUAR	HAS SA-240 GRADE M TYPE 316
KETERANGAN	BAHAN

11,090 in

103,26 in

11,96 in

JURUSAN TEKNIK KIMIA
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
 PERANCANGAN ALAT UTAMA
 EVAPORATOR

DANAKAN OLEH | DISETUJUI DOSEN PEMBIMBING

di | 06.14.023 | Ir. Muzayyaroh MT.

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

7.1. Instrumentasi

Untuk mengatur dan mengendalikan kondisi operasi peralatan sehingga didapatkan produk sesuai dengan yang diharapkan maka diperlukan adanya alat kontrol dan instrumentasi. Instrumentasi ini dapat merupakan suatu petunjuk (*indicator*), suatu perekam (*recorder*) atau suatu pengontrol (*controller*). Dalam industri kimia banyak variabel proses yang perlu di kontrol seperti temperatur, tekanan, ketinggian cairan, kecepatan alir.

Pada perancangan pabrik Aluminium sulfat ini instrumen yang digunakan berupa alat kontrol otomatis dan manual. Hal ini tergantung dari sistem peralatan dan faktor pertimbangan teknis dan ekonomisnya.

Dengan penggunaan alat-alat kontrol ini diharapkan tercapai hal-hal sebagai berikut :

1. Dapat menjaga variabel proses pada operasi yang dikehendaki.
2. Laju produksi dapat diatur dalam batas-batas yang aman.
3. Kualitas produksi lebih terjamin.
4. Membantu mempermudah pengoperasian suatu alat.
5. Kondisi-kondisi yang berbahaya dapat diketahui secara dini melalui alarm peringatan sehingga lebih terjamin keselamatan kerja.
6. Efisiensi akan lebih meningkat.

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

7.1. Instrumentasi

Untuk mengatur dan mengendalikan kondisi operasi peralatan sehingga didapatkan produk sesuai dengan yang diharapkan maka diperlukan adanya alat kontrol dan instrumentasi. Instrumentasi ini dapat merupakan suatu petunjuk (warning), suatu perintah (control) atau suatu pengontrol (controller). Dalam industri kimia banyak variabel proses yang perlu di kontrol seperti temperatur, tekanan, ketinggian cairan, kecepatan aliran.

Pada perancangan pabrik Aluminium sulfat ini instrumen yang digunakan berupa alat kontrol otomatis dan manual. Hal ini tergantung dari sistem peralatan dan faktor pertimbangan teknis dan ekonomisnya. Dengan penggunaan alat-alat kontrol ini diharapkan tercapai hal-hal

sebagai berikut :

1. Dapat menjaga variabel proses pada operasi yang diperbolehkan.
2. Laju produksi dapat diatur dalam batas-batas yang aman.
3. Kualitas produksi lebih terjaga.
4. Kemampuan memperoleh pengoperasian suatu alat.
5. Kondisi-kondisi yang berbahaya dapat diketahui secara dini melalui alarm peringatan sehingga lebih terjaga keselamatan kerja.
6. Efisiensi akan lebih meningkat.

Instrumentasi yang umum digunakan untuk pengendalian proses dalam suatu pabrik atau industri (Sasmojo dan Robert, 2000 dan Walas, 1988) adalah

(1) Variabel Temperatur

a. Temperature Controller (TC)

Temperature controller (TC) merupakan instrumen pengatur temperatur dalam bentuk panas sebagai sinyal mekanis atau listrik. Pengaturan temperatur dilakukan dengan mengatur jumlah panas yang harus ditambahkan atau dikeluarkan dari dalam suatu unit proses yang sedang bekerja.

b. Temperature Indicator (TI)

Merupakan instrumen untuk mengetahui temperatur suatu cairan atau temperatur operasi dari suatu alat.

(2) Variabel Ketinggian Cairan

a. Level Controller (LC)

Merupakan instrumen yang dipakai untuk mengukur ketinggian permukaan cairan dalam suatu peralatan. Pengukuran tinggi permukaan cairan dilakukan dengan operasi kontrol katup (valve), yaitu dengan mengatur laju alir cairan masuk dan keluar proses.

b. Level Indicator (LI)

Level Indicator (LI) merupakan instrumen yang digunakan untuk mengetahui tinggi suatu cairan dalam tangki.

Instrumentasi yang umum digunakan untuk pengendalian proses dalam

suatu pabrik atau industri (Samaja dan Robert, 2000 dan Wala, 1988) adalah

(1) Variabel Temperatur

a. Temperature Controller (TC)

Temperature controller (TC) merupakan instrumen pengatur temperatur dalam bentuk panel sebagai sinyal mekanis atau listrik. Pengaturan temperatur dilakukan dengan mengatur jumlah panas yang harus ditambahkan atau dikurangkan dari dalam suatu unit proses yang sedang bekerja.

b. Temperature Indicator (TI)

Merupakan instrumen untuk mengetahui temperatur suatu cairan atau temperatur operasi dari suatu alat.

(2) Variabel Ketinggian Cairan

a. Level Controller (LC)

Merupakan instrumen yang dipakai untuk mengukur ketinggian permukaan cairan dalam suatu peralatan. Pengukuran tinggi permukaan cairan dilakukan dengan operasi kontrol katup (valve) yang dengan mengatur laju alir cairan masuk dan keluar proses.

b. Level Indicator (LI)

Level indicator (LI) merupakan instrumen yang digunakan untuk mengetahui tinggi suatu cairan dalam tangki.

(3) Variabel Laju Alir**a. Flow Recorder Controller (FRC)**

Merupakan instrumen untuk merekam dan mengontrol laju alir suatu aliran atau laju alir operasi suatu alat.

b. Flow Controller (FC)

Instrumen untuk mengukur kecepatan aliran fluida dalam pipa atau unit lainnya, biasanya diatur dengan mengubah keluaran dari alat yang menyebabkan fluida bergerak atau mengalir dalam sistem pipa.

c. Flow Indicator (FI)

Merupakan alat untuk mengetahui laju alir suatu aliran atau laju alir operasi suatu alat.

(4) Variabel Tekanan**a. Pressure Controller (PC)**

Instrumen untuk mengukur tekanan atau pengubah sinyal dalam bentuk gas menjadi sinyal mekanis, dimana dapat dilakukan dengan mengatur jumlah uap atau gas yang keluar dari suatu alat yang tekanannya ingin dideteksi.

b. Pressure Indicator (PI)

Merupakan alat untuk mengetahui tekanan aliran atau temperatur operasi dari suatu alat.

Beberapa alat kontrol atau instrumen yang digunakan pada pabrik aluminium sulfat ini adalah sebagai berikut :

1. *Level Indikator (LI)*

Fungsi : merupakan instrumen yang digunakan untuk mengetahui tinggi suatu cairan dalam tangki.

2. *Temperature Controller (TC)*

Fungsi : untuk mengatur, mengontrol dan mengendalikan temperatur operasi.

3. *Flowrate Controller (FC)*

Fungsi : untuk mengontrol laju alir bahan ke dalam suatu peralatan proses.

4. *Feed Ratio Controller (FRC)*

Fungsi : untuk mengontrol perbandingan laju alir bahan ke dalam suatu peralatan proses.

5. *Weight Controller (WC)*

Fungsi : untuk mengatur massa yang masuk kedalam Bin.

Tabel 7.1. Instrumentasi peralatan pabrik

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kode Instrumen
1	Storage Asam sulfat	F-111B	LI
2	Cooler	E-126	TC
3	Reaktor I	R-110	TC
4	Reaktor II	R-120	TC
5	Evaporator	V-130	TC
6	Kristalizer	X-140	TC
7	Heater	E-119	TC

7.2. Keselamatan Kerja

Memasuki era globalisasi, Indonesia ditantang untuk memasuki perdagangan bebas sehingga jumlah tenaga kerja yang berkiprah disektor industri akan bertambah sejalan dengan pertumbuhan industri. Dengan pertumbuhan tersebut, maka konsekuensi permasalahan industri juga semakin kompleks, termasuk masalah keselamatan dan kesehatan kerja (K₃).

Kemajuan teknologi dan perubahan struktur ekonomi akan menuntut perubahan pola pikir dan perilaku masyarakat, sikap dan disiplin kerja, lingkungan dan kondisi kerja. Demikian juga dalam menghadapi resiko kerja, perlu kerjasama yang baik antara pengusaha, karyawan dan semua pihak yang terkait dalam proses produksi.

Unsur Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K₃) merupakan salah satu aspek yang mendapat perhatian dalam pembangunan ketenagakerjaan. Dijelaskan dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 tahun 1992, pasal 23 (ayat 1) bahwa kesehatan kerja diselenggarakan agar setiap pekerja dapat bekerja secara sehat tanpa membahayakan diri sendiri dan masyarakat sekelilingnya, agar diperoleh produktivitas kerja yang optimal sejalan dengan program perlindungan tenaga kerja.

Berkaitan dengan itu, pemerintah mendorong pelaksanaan program keselamatan dan kesehatan kerja di perusahaan-perusahaan industri serta mengusahakan agar keselamatan dan kesehatan kerja dapat menjadi naluri dan budaya masyarakat. Berbagai upaya untuk menciptakan K₃ telah dilakukan, antara lain melalui perundang-undangan seperti Undang-Undang Keselamatan Kerja

Nomor 1 Tahun 1970 yang mewajibkan setiap perusahaan melaksanakan usaha-usaha keselamatan dan kesehatan kerja, juga melalui kampanye K₃ sejak bulan Januari 1993, pembentukan P₂K₃ (Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja) disetiap perusahaan, penyediaan alat-alat pengaman dan peralatan K₃, pengadaan tenaga ahli K₃ dan sebagainya. Apabila keselamatan kerja diperhatikan dan dilaksanakan dengan baik maka dampaknya adalah para pekerja dapat bekerja dengan perasaan aman, sehingga meningkatkan efisiensi kerja.

Pada umumnya bahaya-bahaya yang terjadi pada suatu pabrik dapat disebabkan karena kecelakaan mesin-mesin pabrik, kebocoran bahan-bahan yang berbahaya, peledakan, kebakaran. Usaha untuk mengurangi dan mencegah terjadinya bahaya yang timbul di dalam pabrik antara lain :

1. Bangunan Pabrik

Bangunan pabrik meliputi gedung maupun unit peralatan :

- a. Konstruksi gedung harus mendapat perhatian yang cukup besar.
- b. Perlu memperhatikan kelengkapan peralatan penunjang untuk pengamanan terhadap bahaya alamiah, seperti untuk bangunan yang tinggi dipasang penangkal petir, bahaya alamiah lain seperti angin dan gempa. Oleh karena itu perusahaan bekerja sama dengan pemerintah setempat dalam hal ini Badan Metereologi dan Geofisika agar dapat mengetahui lebih awal tentang bahaya alamiah tersebut.

2. Ventilasi

Pada ruang proses maupun ruang lainnya, pertukaran udara diusahakan berjalan baik sehingga dapat memberikan kesegaran kepada karyawan serta

Nomor 1 Tahun 1970 yang mewajibkan setiap perusahaan melaksanakan usaha-usaha keselamatan dan kesehatan kerja juga melalui kampanye K3 sejak bulan Januari 1993, pembentukan PKK (Panitia Promosi Keselamatan dan Kesehatan Kerja) disamping perusahaan, penyediaan alat-alat pengaman dan peralatan K3, pengalihan tenaga ahli K3 dan sebagainya. Apabila keselamatan kerja diperhatikan dan dilaksanakan dengan baik maka dampaknya adalah para pekerja dapat bekerja dengan perasaan aman sehingga meningkatkan efisiensi kerja.

Salah umumnya bahaya-bahaya yang terjadi pada suatu pabrik dapat disebabkan karena kecelakaan mesin-mesin pabrik, kebocoran bahan-bahan yang berbahaya, petardam, kebakaran, ledakan untuk menguraikan dan mencegah terjadinya bahaya yang timbul di dalam pabrik antara lain :

1. Bangunan pabrik

Bangunan pabrik meliputi gedung maupun unit peralatan :

- a. Konstruksi gedung harus mendapat perhatian yang cukup besar.
- b. Perlu memperhatikan ketangkapan peralatan penjang untuk pengaman terhadap bahaya alamiah seperti untuk runtuhan yang tinggi dipasangkan penangkal petir, bahaya alamiah lain seperti angin dan gempa. Oleh karena itu perusahaan bekerja sama dengan pemerintah setempat dalam hal ini Badan Meteorologi dan Geofisika agar dapat mengetahui lebih awal tentang bahaya alamiah tersebut.

2. Ventilasi

Pada ruang proses maupun ruang lainnya, pertukaran udara dilaksanakan berjalan baik sehingga dapat memberikan kesegaran kepada karyawan serta

dapat menghindari gangguan pernapasan.

3. Perpipaan

Jalur proses yang terletak di atas tanah lebih baik dibandingkan yang letaknya dibawah permukaan tanah, karena hal tersebut akan mempermudah pendeteksian terjadinya kebocoran.

4. Alat-alat penggerak

Peralatan yang bergerak hendaknya ditempatkan pada tempat yang tertutup. Hal ini untuk mempermudah penanganan dan perbaikan serta menjaga keamanan dan keselamatan para pekerja.

5. Listrik

Pada pengoperasian maupun perbaikan instalasi listrik hendaknya selalu menggunakan alat pengaman yang telah disediakan. Dengan demikian para pekerja dapat terjamin keselamatannya. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

- a. Keselamatan listrik di bawah tanah sebaiknya diberi tanda-tanda tertentu.
- b. Sebaiknya disediakan pembangkit tenaga cadangan.
- c. Semua bagian pabrik harus diberi penerangan yang cukup.
- d. Distribusi beban harus seimbang antara bagian yang satu dengan yang lain.

6. Pencegahan kebakaran dan penanggulangan bahaya kebakaran.

Penyebab kebakaran dapat berupa :

- a. Kemungkinan terjadinya nyala terbuka yang datang dari unit utilitas, workshop, laboratorium dan unit proses lainnya.

dapat menghindari gangguan permukaan.

3. Perbaikan

lain proses yang terlewat di atas tanah lebih baik dibandingkan yang telah
dibawah permukaan tanah, karena hal tersebut akan memperpendek
panjangnya terjadinya kebocoran.

4. Alat-alat penggerak

Peralatan yang bergerak hendaknya diperbaiki pada tempat yang tertentu.
Hal ini untuk mempermudah perawatan dan perbaikan serta menjaga
keamanan dan keselamatan para pekerja.

5. Listrik

Pada pengoperasian maupun perbaikan instalasi listrik hendaknya selalu
menggunakan alat pengaman yang telah disediakan. Dengan demikian para
pekerja dapat rajin keselamatanannya. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah
sebagai berikut :

- a. Keselamatan listrik di bawah tanah sebaiknya diberi tanda-tanda tertentu.
- b. Sebaiknya disediakan pemangkit tenaga cadangan.
- c. Semua bagian listrik harus diberi pemangkit tenaga yang cukup.
- d. Distribusi beban harus seimbang antara bagian yang satu dengan yang lain.
- e. Pencegahan kebakaran dan penanganan bahaya kebakaran.

Pencegahan kebakaran dapat berupa :

- a. Kemungkinan terjadinya nyata terbuka yang datang dari unit utilitas
workshop, laboratorium dan unit proses lainnya.

- b. Terjadinya loncatan bunga api pada sekitar workshop dan stop kontak serta pada alat lainnya.
- c. Gangguan peralatan utilitas seperti pada *combustion chamber boiler*.

Cara mengatasi bahaya kebakaran meliputi :

1. Pencegahan bahaya kebakaran.
 - a. Penempatan alat-alat utilitas yang cukup jauh dari power plant tetapi praktis dari unit proses.
 - b. Bangunan seperti workshop, laboratorium, dan kantor sebaiknya diletakkan agak jauh dari unit proses.
 - c. Pemasangan isolasi yang baik pada seluruh kabel transmisi yang ada.
 - d. Diberi tanda-tanda larangan suatu tindakan yang dapat mengakibatkan kebakaran seperti tanda larangan merokok.

2. Pengamanan dan pengontrolan kebakaran.

Apabila terjadi kebakaran api harus dilokalisir, harus dapat diketahui kemungkinan apa saja yang dapat terjadi dan bagaimana cara mengatasi.

Dimana letak dari pemadam kebakaran ini sesuai dengan tata letak pabrik yaitu dekat dengan bengkel, daerah bahan baku, serta daerah utilitas.

7. Karyawan

Karyawan terutama karyawan proses perlu diberikan bimbingan, pengarahan ataupun pendidikan dan latihan, studi banding serta kursus agar dapat melaksanakan tugasnya yaitu dimana karyawan tersebut ditempatkan sesuai dengan keahlian dan latar belakang pendidikan ataupun pengalaman mereka

d. Terjadinya loncatan bunga api pada sekilat workshop dan stop kontak serta pada alat lainnya.

c. Gangguan peralatan utilitas seperti pada *conductions chamber* boiler.

Cara mengatasi bahaya kebakaran meliputi :

1. Pencegahan bahaya kebakaran.

a. Pempastian alat-alat utilitas yang cukup jauh dari *power plant* tetapi praktis dari unit proses.

b. Bangunan seperti *workshop*, *laboratorium*, dan kantor sebaiknya diletakkan agak jauh dari unit proses.

c. Pemasangan isolasi yang baik pada seluruh kabel transmisi yang ada.

d. Diberi tanda-tanda peringatan suatu tindakan yang dapat mengakibatkan kebakaran seperti tanda tanaman merokok.

2. Pengamanan dan pengontrolan kebakaran.

Apabila terjadi kebakaran api harus dikendalikan harus dapat dikontrol kemungkinan apa saja yang dapat terjadi dan bagaimana cara mengatasi. Dimana letak dari pemadam kebakaran ini sesuai dengan tata letak pabrik yaitu dekat dengan bengkel, daerah bahan bakar, serta daerah utilitas.

7. Karyawan

Karyawan terutama karyawan proses perlu diberikan pendidikan, pengajaran ataupun pendidikan dan latihan, studi banding serta kursus agar dapat melaksanakan tugasnya yaitu dimana karyawan tersebut ditempatkan sesuai dengan keahlian dan latar belakang pendidikan ataupun pengalaman mereka

sehingga dengan pertimbangan itu karyawan bekerja dengan tidak membahayakan keselamatan jiwa maupun keselamatan orang lain.

Pemakaian alat pengaman kerja pada pabrik timbal kromat yaitu berupa Alat Pelindung Diri (APD). Perlindungan tenaga kerja melalui usaha-usaha teknis pengaman tempat, peralatan dan lingkungan kerja adalah sangat perlu diutamakan. Namun kadang-kadang keadaan bahaya masih belum dapat dikendalikan sepenuhnya sehingga perlu digunakan alat pelindung diri.

Penggunaan alat pelindung diri merupakan salah satu upaya mencegah terjadinya kecelakaan kerja sebab telah diketahui bahwa pengguna pelindung diri sangat berperan menciptakan keselamatan ditempat kerja. Bila alat-alat proteksi diri tidak memadai atau tenaga kerja tidak memakainya sama sekali karena mereka lebih senang tanpa pelindung, akibatnya mungkin terjadi kecelakaan pada kepala, mata, kaki, dan lain-lain.

Alat-alat pelindung diri yang digunakan pada pabrik timbal kromat terhidrat ini sebagai berikut

1. Pakaian kerja

Pakaian kerja merupakan alat pelindung terhadap bahaya-bahaya kecelakaan. Untuk itu, perusahaan menyediakan jenis pakaian kerja yang cocok. Pakaian kerja mungkin cepat rusak oleh karena sifat pekerjaan yang berat, keadaan udara lembab dan pekerjaan penuh kotoran. Pakaian tenaga kerja pria yang bekerja melayani mesin seharusnya berlengan pendek, pas atau longgar pada

sehingga dengan pertimbangan itu karyawan bekerja dengan tidak membahayakan keselamatan jiwa maupun keselamatan orang lain.

Pemakaian alat pelindungan kerja pada pabrik timbal kromat yaitu berupa Alat Pelindung Diri (APD). Berhinderung tenaga kerja melalui usaha-usaha teknis pelindungan tempat, peralatan dan lingkungan kerja adalah sangat perlu dilaksanakan. Namun kadang-kadang keadaan bahaya masih belum dapat dikendalikan sepenuhnya sehingga perlu digunakan alat pelindungan diri.

Penggunaan alat pelindungan diri merupakan salah satu upaya mencegah terjadinya kecelakaan kerja sebab telah diketahui bahwa penggunaan pelindungan diri sangat berperan meningkatkan keselamatan ditempat kerja. Bila alat-alat proteksi diri tidak memadai atau tenaga kerja tidak memakainya sama sekali karena mereka lebih senang tanpa pelindungan, akibatnya mungkin terjadi kecelakaan pada kepala, mata, kaki dan lain-lain.

Alat-alat pelindungan diri yang digunakan pada pabrik timbal kromat terdapat ini sebagai berikut:

1. Pakain kerja

Pakaian kerja merupakan alat pelindungan terhadap bahaya-bahaya kecelakaan. Untuk itu perusahaan menyediakan jenis pakaian kerja yang cocok. Pakaian kerja mungkin cukup rusak oleh karena sifat pekerjaan yang berat, keadaan udara lembab dan pekerjaan penuh kotoran. Pakaian tenaga kerja pria yang bekerja melayani mesin sebarannya, berhentannya, berdebu, panas atau loggarnya pada

dada atau punggung, tidak berdasi dan tidak ada lipatan-lipatan yang mungkin mendatangkan bahaya.

2. Kacamata

Salah satu masalah tersulit dalam pencegahan kecelakaan adalah pencegahan yang menimpah mata. Kecelakaan mata berbeda-beda sehingga jenis kacamata pelindung yang digunakan juga beragam. Banyak pekerja yang enggan menggunakan alat pelindung tersebut dengan alasan mengganggu pelaksanaan pekerjaan dan mengurangi kenikmatan kerja. Tenaga kerja yang berpandangan bahwa resiko kecelakaan terhadap mata adalah besar akan memakainya dengan kesadaran sendiri. Sebaliknya, jika mereka merasa bahwa bahaya itu kecil, mereka tidak akan menggunakannya.

2. Sepatu pengaman

Sepatu pengaman seharusnya dapat melindungi tenaga kerja terhadap kecelakaan-kecelakaan yang disebabkan oleh bahan-bahan berat yang menimpah kaki seperti paku atau benda tajam lainnya yang mungkin terinjak. Selain itu sepatu pengaman juga harus bisa melindungi kaki dari bahaya terbakar karena logam cair dan bahan kimia korosif lainnya, juga kemungkinan tersandung atau tergelincir. Biasanya sepatu kulit yang kuat dan baik cukup memberikan perlindungan

3. Sarung tangan

Fungsinya melindungi tangan dan jari-jari dari api panas dingin, radiasi elektromagnetik dan radiasi mengion, listrik, bahan kimia, benturan dan pukulan, luka dan lecet, infeksi dan bahaya-bahaya lainnya yang bisa

dada atau punggung, tidak beres dan tidak ada hipatan-hipatan yang mungkin
mendapatkan bahaya.

2. Kacamata

Salah satu masalah terultra dalam pencegahan kecelakaan adalah pencegahan
yang menyangkut mata. Kecelakaan mata berbeda-beda sehingga jenis kacamata
pelindung yang digunakan juga beragam. Banyak pekerja yang enggan
menggunakan alat pelindung tersebut dengan alasan mengganggu pelaksanaan
pekerjaan dan mengurangi kenyamanan kerja. Tenaga kerja yang berpendapat
bahwa resiko kecelakaan terhadap mata adalah besar akan memakainya
dengan kesadaran sendiri. Sebaliknya, jika mereka merasa bahwa bahaya itu
kecil, mereka tidak akan menggunakannya.

3. Sabuk pengaman

Sabuk pengaman sebenarnya dapat melindungi tenaga kerja terhadap
kecelakaan-kecelakaan yang disebabkan oleh bahan-bahan berat yang
menyebabkan kaki seperti batu atau benda tajam lainnya yang mungkin terjatuh.
Selain itu sabuk pengaman juga harus bisa melindungi kaki dari bahaya
terbakar karena logam cair dan bahan kimia korosif lainnya. Juga
kemungkinan tersandung atau tergelincir. Biasanya sabuk kulit yang kuat dan
baik cukup memberikan perlindungan.

3. Sarung tangan

Fungsinya melindungi tangan dan jari-jari dari paparan dingin, radasi
elektromagnetik dan radasi mengion. Untuk bahan kimia, bentuk dan
pakaian jika dan lecer, infeksi dan bahaya-bahaya lainnya yang bisa

menimpa tangan jenis sarung tangan yang dipakai tergantung dari tingkat kecelakaan yang akan dicegah yang penting jari dan tangan harus bebas bergerak.

4. Helm pengaman

Helm pengaman harus dipakai tenaga kerja yang mungkin tertimpa benda jatuh atau melayang atau benda-benda lain yang bergerak. Di Indonesia belum ada standar/klasifikasi helm pengaman ini, namun demikian helm pengaman tersebut selayaknya cukup keras dan kokoh tetapi tetap ringan sehingga tidak mengganggu pekerjaan. Bahan plastik dengan lapisan kain cocok untuk keperluan ini.

5. Pelindung telinga

Telinga harus dilindungi dari kebisingan. Perlindungan kebisingan dilakukan dengan sumbat atau tutup telinga.

6. Masker

Paru-paru harus dilindungi dari udara tercemar atau kemungkinan kekurangan oksigen dalam udara. Bahan-bahan pencemar dapat berbentuk gas, uap logam, kabut dan debu yang bersifat racun. Sedangkan kekurangan oksigen mungkin terjadi ditempat-tempat yang pengudaraannya buruk seperti tangki atau pada areal boiler.

Alat pelindung yang diperlukan dapat terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 7.2. Alat-alat keselamatan kerja pada pabrik :

No	Nama Alat Pengaman	Pekerja yang Dilindungi
1.	Masker	Petugas yang bekerja pada areal proses dan laboratorium, boiler dan bengkel
2.	Helm pengaman	Petugas yang bekerja pada areal proses dan bengkel.
3.	Sepatu pengaman	Petugas yang bekerja pada areal proses dan bengkel.
4.	Sarung tangan	Petugas yang bekerja pada areal proses, bengkel dan Laboratorium
5.	<i>Hydrant</i>	Petugas yang bekerja pada tempat bahan baku, daerah bahan bakar, areal proses, dan gudang.
6.	Pakaian Kerja	Petugas yang bekerja pada Laboratorium, area proses pabrik dan Bengkel
7.	Kacamata	Petugas yang bekerja pada Bengkel
8.	Pelindung telinga	Petugas yang bekerja pada areal proses
9.	<i>Safety Belt</i>	Petugas yang bekerja untuk perbaikan alat proses dan pembersihan gedung

BAB VIII

UTILITAS PABRIK

Unit utilitas pada suatu pabrik adalah salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia, sehingga kapasitas produksi semaksimal mungkin dapat dicapai. Unit utilitas yang diperlukan pada Pra Rencana Pabrik *Aluminium sulfat* ini yaitu :

- Air yang berfungsi sebagai air proses, air pendingin, air umpan boiler, air sanitasi dan air untuk pemadam kebakaran.
- Steam sebagai media pemanas dalam proses produksi.
- Listrik yang berfungsi untuk menjalankan alat-alat produksi, utilitas dan untuk penerangan.
- Bahan bakar untuk mengoperasikan boiler.

Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas tersebut dibagi menjadi 4 unit, yaitu :

1. Unit penyediaan steam
2. Unit penyediaan air
3. Unit penyediaan tenaga listrik
4. Unit penyediaan bahan bakar

8.1. Unit Penyediaan Air

a. Air umpan boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam Pra Rencana Pabrik *Aluminium sulfat* sebesar 715,670 kg/jam, digunakan pada heater H_2SO_4 dan Evaporator. Air umpan boiler yang disediakan dengan excess 20% sebagai pengganti steam yang hilang yang diperkirakan adanya kebocoran akibat transmisi dan factor keamanan 15%. Sehingga kebutuhan air umpan boiler adalah sebanyak 1073,505 kg/jam.

Steam yang digunakan adalah saturated steam yang mempunyai tekanan 1 atm dan temperature 110 °C. Steam yang telah menjadi kondensat dikembalikan lagi ke tangki penampung.

Air untuk keperluan ini harus memenuhi syarat-syarat agar tidak merusak boiler (ketel), maka air umpan boiler harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

☞ total padatan (total dissolved solid)	= 3500 ppm
☞ alkalinitas	= 700 ppm
☞ padatan terlarut	= 300 ppm
☞ silica	= 60 – 100 ppm
☞ besi	= 0.1 mg/L
☞ tembaga	= 0.5 mg/L
☞ oksigen	= 0.007 mg/L
☞ kesadahan (hardness)	= 0
☞ kekeruhan	= 175 ppm
☞ minyak	= 7 ppm

☞ residual fosfat = 140 ppm

(Perry, 6th ed, hal 9-76)

Selain harus memenuhi persyaratan tersebut diatas, air umpan boiler harus bebas dari :

- ☞ Zat-zat yang menyebabkan korosi, yaitu gas-gas terlarut seperti O₂, CO₂, H₂S, NH₃.
- ☞ Zat-zat yang dapat menyebabkan busa, yaitu organik, anorganik dan zat tak terlarut dalam jumlah besar.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut dan mencegah kerusakan pada boiler, sebelum digunakan air umpan boiler harus diolah dulu, melalui :

- ☞ Demineralisasi, untuk menghilangkan ion-ion pengganggu.
- ☞ Daerator, untuk menghilangkan gas-gas terlarut

b. Air pendingin

Air pendingin digunakan untuk peralatan yang memerlukan pendingin yaitu Reaktor I, Cooler, Reaktor II, Kristalizer. Adapun kebutuhan air pendingin adalah sebesar 146585,004 kg/j.

Dari jumlah total air pendingin yang diperlukan, untuk factor keamanan maka direncanakan air pendingin yang disuplai adalah 20% excess dari jumlah kebutuhan air pendingin. Maka air pendingin yang disediakan oleh cooling tower adalah 175902,005 kg/j.

= 140 ppm

residual klorin

(Perry's 8th ed, hal 9-76)

Selain harus memenuhi persyaratan tersebut diatas, air umpan boiler harus bebas

dari :

- Kalsium yang menyebabkan korosi. Zatun seperti CO_2 , H_2S ,

NH_3

- Kalsium yang dapat menyebabkan busa yaitu organik, anorganik dan zat tak

terlarut dalam jumlah besar.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut dan mencegah kerusakan pada boiler

sebelum digunakan air umpan boiler harus diolah dulu melalui :

- Demineralisasi untuk menghilangkan ion-ion pengganggu.

- Factor untuk menghilangkan gas-gas terlarut

b. Air pendingin

Air pendingin digunakan untuk pendinginan yang memerlukan pendingin yaitu

Reaktor 1, Cooler, Reaktor 11, Kristalizer. Adapun kebutuhan air pendingin adalah

sebesar 146282,002 kg/j.

Dari jumlah total air pendingin yang diperlukan, untuk factor keamanan

maka direncanakan air pendingin yang dipasang adalah 20% excess dari jumlah

kebutuhan air pendingin. Maka air pendingin yang disediakan oleh cooling tower

adalah 172902,002 kg/j.

c. Air Proses

Air proses digunakan hanya untuk keperluan pada Rotary Vacuum Filter sebesar 3249,496 kg/j.

Air berfungsi sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas. Hal ini disebabkan karena :

- Air merupakan materi yang banyak didapat
- Mudah dikendalikan dan dikerjakan
- Dapat menyerap panas
- Tidak mudah menyusut karena pendinginan
- Tidak mudah terkondensasi

Selain sebagai media pendingin air harus memenuhi persyaratan tertentu yaitu tidak mengandung:

- besi penyebab korosi
- silica penyebab kerak
- hardness yang memberikan efek pada pembuatan kerak
- minyak penyebab turunnya efisiensi heat transfer yang merupakan makanan mikroba yang dapat menyebabkan terbentuknya endapan

d. Air sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan laboratorium, kantor, air untuk mencuci, mandi, taman, dan lain-lain. Air sanitasi yang dibutuhkan sebesar 3483,83 kg / jam.

Standart air sanitasi yang harus dipenuhi :

Համաձայն այդ ցանկիցի չափից բնութագրելու :

3+83'83 կճ \ խառ

առաջագծի մասին տեղանքի գրառումները Այդ ցանկիցի չափիցի գրառումները զերծան

Այդ ցանկիցի գրառումները ստորոգյալ խորհրդանշաններով կատարելով այդ ստորոգյալ
Վ. Այդ ցանկիցի

- առաջագծի մասին չափիցի գրառումները խորհրդանշաններով զերծան
- առաջագծի մասին չափիցի գրառումները խորհրդանշաններով զերծան
- բազմազան չափիցի գրառումները ստորոգյալ խորհրդանշաններով զերծան
- զրոյիցի գրառումները զերծան
- ընդհանուր գրառումները զերծան

Ինչպե՞ս խորհրդանշաններով :

Հետևյալ զերծանի մեծիցի գրառումները այդ բանիցի մասին խորհրդանշաններով զերծան չափիցի

- Ինչպե՞ս խորհրդանշաններով զերծան
- Ինչպե՞ս խորհրդանշաններով զերծան
- Ինչպե՞ս խորհրդանշաններով զերծան
- Ինչպե՞ս խորհրդանշաններով զերծան
- Այդ խորհրդանշաններով չափիցի գրառումները զերծան

Չափիցի գրառումները :

Այդ խորհրդանշաններով զերծանի մեծիցի գրառումները խորհրդանշաններով զերծան Ինչպե՞ս խորհրդանշաններով զերծան 3548'400 կճ :

Այդ բանիցի գրառումները խորհրդանշաններով զերծան խորհրդանշաններով զերծան Ինչպե՞ս խորհրդանշաններով զերծան
Ե. Այդ բանիցի

▲ Syarat fisik

- tidak berwarna
- tidak berbau
- tidak berbusa
- mempunyai suhu dibawah suhu udara
- kekeruhan kurang dari 1 ppm SiO₂
- pH netral

▲ Syarat kimia

- Tidak beracun
- Tidak mengandung bakteri ion patogen yang dapat merubah sifat-sifat fisik air

▲ Syarat mikrobiologis

- Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri patogen yang dapat merubah sifat fisik air

(Salvato Jr, Hal 34)

8.2. Unit Penyediaan Steam

Bahan baku pembuatan steam adalah Air Umpan Boiler. Steam yang dibutuhkan dalam proses pembuatan *Aluminium sulfat* sebanyak 1073,505 kg/jam mempunyai kondisi :

- Tekanan : 1 atm
- Temperatur : 110 °C

Zat-zat yang terkandung dalam air umpan boiler yang dapat menyebabkan kerusakan pada boiler adalah :

- Kadar zat terlarut (soluble matter) yang tinggi
- Zat padat terlarut (suspended solid)
- Garam-garam kalsium dan magnesium
- Zat organik (organic matter)
- Silica, sulfat, asam bebas dan oksida

(Jenny Ernawati, Ir Hal 70)

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

a. Tidak boleh berbuih (berbusa)

Busa disebabkan oleh adanya solid matter, suspended matter dan kebasaan yang tinggi. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa :

- Kesulitan pembacaan tinggi liquid dalam boiler.
- Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat yang mengakibatkan adanya solid-solid yang menempel dan mengakibatkan terjadinya korosi dengan adanya pemanasan lebih lanjut.

Untuk mengatasi hal ini perlu adanya pengontrolan terhadap adanya kandungan Lumpur, kerak, dan alkalinitas air umpan boiler.

b. Tidak boleh membentuk kerak pada boiler

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat.
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.

X-ray yang terkandung dalam air limbah boiler yang dapat menyebabkan

kerusakan pada boiler adalah :

- Kadar zat terlarut (soluble matter) yang tinggi
- Zat padat terlarut (suspended solid)
- Garam-garam kalsium dan magnesium
- Zat organik (organic matter)
- Silica, sulfur asam bebas dan oksida

(Jenny Erawati, Hal 70)

2) air-syarat yang harus dipenuhi oleh air limbah boiler :

a) Tidak boleh berbau (berasa)

Bias disebabkan oleh adanya solid matter suspended matter dan keasaman yang

tinggi. Analisis yang dilakukan dengan adanya :

- Analisis pembacaan tinggi terjadi dalam boiler
- Timb dapat menyebabkan berkarat yang akan mengakibatkan adanya
- solid-solid yang menempel dan mengakibatkan terjadinya korosi dengan
- adanya pembersihan lebih lanjut.

Untuk mengatasi hal ini perlu adanya pengontrolan terhadap adanya kandungan

Timbun kerak dan alkalinitas air limbah boiler :

b) Tidak boleh membentuk kerak pada boiler

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

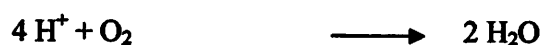
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat.
- Kerak yang terbentuk dapat باعث kesukatan-waktu sehingga dapat
- menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik, serta gas H₂S, SO₂, NH₃, CO₂, O₂, yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu :



Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hydrogen yang terbentuk akan bereaksi membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO₂, karena pemanasan dan adanya tekanan. CO₂ yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam karbonat akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini menjadi CO₂ lagi.

Reaksi yang terjadi :



(Muharto, Ir Hal 46)

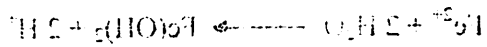
8.3. Unit Penyediaan Tenaga Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada Pra Rencana Pabrik *Aluminium sulfat* ini meliputi :

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

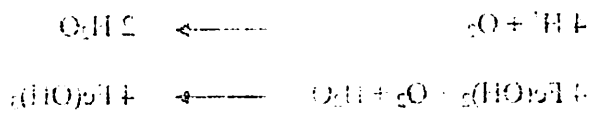
Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh kandungan (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik serta gas H_2S , SO_2 , NH_3 , CO_2 , O_2 yang tertahan dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk

lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu :



Tetapi jika terdapat oksigen dalam air maka lapisan hydrogen yang terbentuk akan beraksi membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut

terjadilah korosi menurut reaksi :



Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO_2 karena pemanasan dan adanya tekanan. CO_2 yang terjadi beraksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam karbonat akan beraksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kator), garam bikarbonat ini menjadi CO_2 lagi.

Reaksi yang terjadi :



(Muband, 1991: 40)

8.3. Unit Penyediaan Tenaga Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada PT. Kerinci Pabrik Kambing sebagai ini

merupakan :

- Proses : 107,338 kW

- Penerangan : 278,09 kW

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrument dan lain-lain dipenuhi oleh PLN. Sedangkan apabila ada listrik padam, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel berkekuatan 481,7851 kW dengan satu buah sebagai cadangan.

8.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang dibutuhkan oleh pabrik *Aluminium sulfat*, yaitu pada boiler sebesar 47,68 Liter/Jam. Bahan bakar yang digunakan adalah Diesel Oil, pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

- Harganya relatif murah
- Mudah didapat
- Viskositasnya relatif rendah sehingga mudah mengalami pengabutan
- Heating valuenya relatif tinggi
- Tidak menyebabkan kerusakan pada alat-alat

Dari tabel 9.9 dan fig. 9-9 Perry 6th ed, didapat :

- Flash point = 38 °C (100 °F)
- Pour point = - 6 °C (21,2 °F)
- Densitas = 0.8 kg/L
- Heating value = 19.200 btu/lb

Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air

Air sungai digunakan untuk memenuhi kebutuhan air proses, air sanitasi, air pendingin dan air umpan boiler.

Proses pengolahan air sungai tersebut adalah :

Air dari sungai dipompa dengan pompa menuju bak sedimentasi untuk menghilangkan lumpur-lumpur yang terikut. Kemudian dipompa menuju bak skimmer yang berfungsi untuk membersihkan kotoran-kotoran yang terapung dalam air sungai. Dari bak skimmer air dipompa menuju tangki clarifier. disini terjadi proses koagulasi dan flokulasi dengan penambahan alum sebagai zat koagulan dan diadakan pengadukan dengan kecepatan yang cepat dan lambat agar terbentuk flok dan mengendap.

Setelah terjadi proses koagulasi dan flokulasi dalam bak clarifier, kemudian air menuju ke sand filter untuk menyaring kotoran-kotoran yang masih tersisa.

Dari sand filter air masuk ke bak air bersih dan diolah sesuai dengan fungsinya masing-masing yaitu :

a. Pengolahan air umpan boiler

Pelunakan air umpan boiler yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger dan anion exchanger. Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (H_2Z) dan anion yang digunakan adalah deacidite (DOH).

Air dari bak air bersih dialirkan dengan pompa menuju kation exchanger (D-210A). dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-reaksi sebagai berikut :

Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air

Air sungai digunakan untuk memenuhi kebutuhan air proses di santasi air pendingin dan air umpan boiler.

Proses pengolahan air sungai tersebut adalah :

Air dari sungai dipompakan dengan pompa menuju bak sedimentasi untuk menghilangkan lumpur-lumpur yang terakumulasi. Kemudian dipompakan menuju bak skimmer yang berfungsi untuk membersihkan kotoran-kotoran yang mengapung dalam air sungai. Dari bak skimmer air dipompakan menuju tangki clarifier disini terjadi proses koagulasi dan flokulasi dengan penambahan alum sebagai zat koagulan dan dilakukan pengalokasian dengan kecepatan yang cepat dan lambat agar terbentuk flok dan mengendap.

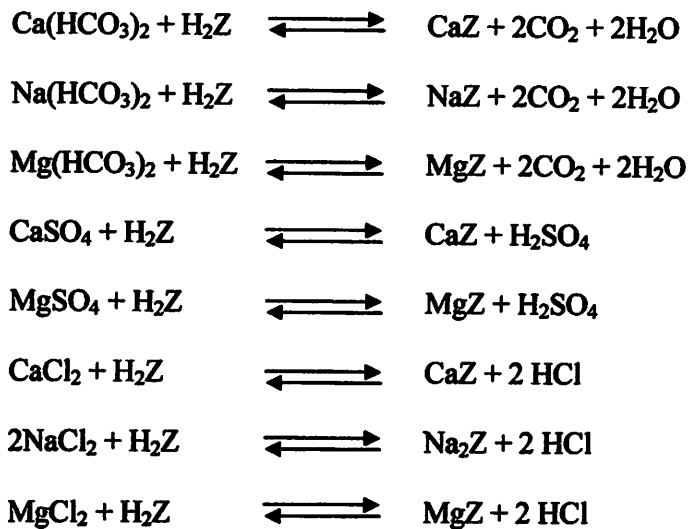
Setelah terjadi proses koagulasi dan flokulasi dalam bak clarifier kemudian air menuju ke sand filter untuk menyingkirkan kotoran-kotoran yang masih tersisa.

Dari sand filter air masuk ke bak air bersih dan diolah sesuai dengan fungsinya masing-masing yaitu :

a. Pengolahan air umpan boiler

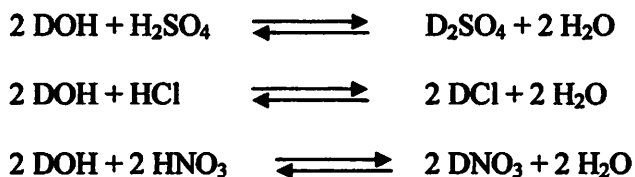
Pelunakan air umpan boiler yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki yaitu tangki kation exchanger dan anion exchanger. Kation exchanger yang digunakan adalah resin klorit (X) dan anion yang digunakan adalah besidat (DOH).

Air dari bak air bersih dialirkan dengan pompa menuju kation exchanger (DOH) dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-reaksi sebagai berikut :

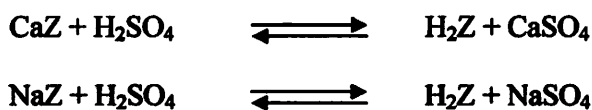


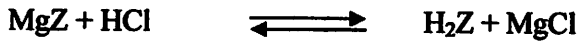
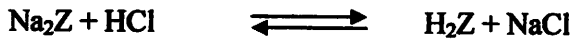
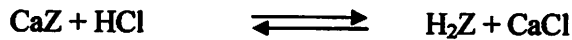
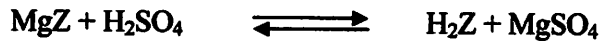
Ion-ion bikarbonat, sulfat dan klor diikat dengan ion Z membentuk CO₂ dan air, H₂SO₄ dan HCl. Selanjutnya air yang bersifat asam ini dialirkan ke tangki anion exchanger (D-210B) untuk dihilangkan anion-anion yang mengganggu proses. Resin yang dipakai dalam anion exchanger adalah Deacidite (DOH).

Dalam tangki anion exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :

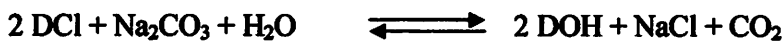
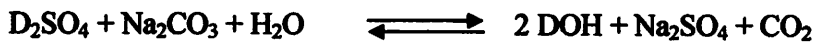


Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dengan pemeriksaan kesadahan air umpan boiler. Resin yang sudah tidak aktif menunjukkan bahwa resin sudah tidak jenuh dan perlu diregenerasi. Regenerasi hydrogen exchanger dilakukan dengan menggunakan asam sulfat atau asam klorida. Dengan reaksi sebagai berikut :





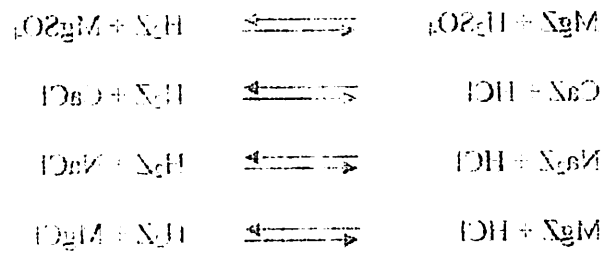
Sedangkan regenerasi anion exchanger dengan menggunakan larutan Na_2CO_3 atau NaOH . Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



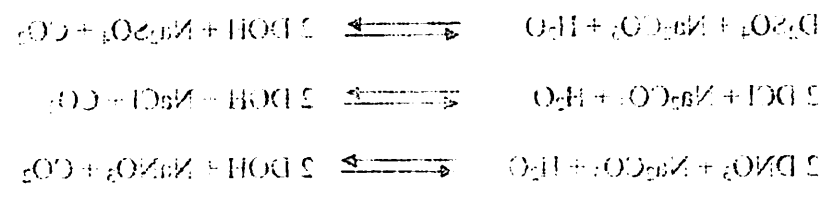
Setelah keluar dari demineralisasi, air umpan boiler telah terbebas dari ion-ion pengganggu. Untuk memenuhi kebutuhan umpan boiler, air lunak ditampung dalam bak air lunak yang selanjutnya dipompa ke deaerator untuk menghilangkan gas impurities pada air umpan boiler dengan sistem pemanasan. Dari deaerator air siap diumpankan ke boiler dengan pompa. Steam yang dihasilkan boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan direcycle.

b. Pengolahan air pendingin

Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin, air dari bak air lunak dipompa ke bak air pendingin kemudian didistribusikan ke peralatan dengan pompa. Setelah digunakan, air direcycle ke cooling tower dan selanjutnya dari cooling tower, air direcycle ke bak air pendingin kembali.



Sebagian regenerasi anion exchanger dengan menggunakan larutan Na_2CO_3 atau NaOH . Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Setelah keluar dari demineralisasi air umpan boiler telah terbebas dari ion-ion pengganggu. Untuk memenuhi kebutuhan umpan boiler, air lunak diampung dalam bak air lunak yang selanjutnya dipompa ke desaturator untuk menghilangkan gas terlarut pada air umpan boiler dengan sistem bertingkat. Dari desaturator air siap diumpankan ke boiler dengan pompa. Steam yang dihasilkan boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan di recycle.

b. Pengaliran air pendingin

Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin, air dari bak air lunak dipompa ke bak air pendingin kemudian didistribusikan ke peralatan dengan pompa. Setelah digunakan, air di recycle ke cooling tower dan selanjutnya dari cooling tower air di recycle ke bak air pendingin kembali.

c. Pengolahan air sanitasi

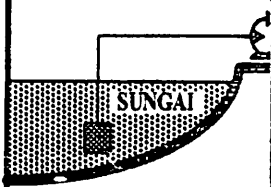
Air dari bak air bersih dialirkan dengan pompa menuju bak klorinasi dan ditambahkan desinfektan klor (Cl_2) sebanyak 1 ppm yang diinjeksikan langsung kedalam pipa. Dari bak klorinasi, air dialirkan menuju bak air sanitasi dengan menggunakan pompa dan siap digunakan sebagai air sanitasi.

d. Pengolahan air proses

Untuk air proses digunakan air dari bak air bersih dan di distribusikan keperalatan dengan menggunakan pompa .

8.5. Pengolahan limbah

Limbah yang dihasilkan dalam Pra Rencana Pabrik *Aluminium Sulfat* ditampung dalam tangki penampung limbah untuk selanjutnya di olah menjadi zat cair yang tidak membahayakan lingkungan.



Gas



25	L-241	POMPA AIR PROSES
24	P-240	COOLING TOWER
23	F-231	BAK AIR SANTIASI
22	F-230	BAK KLOORINASI
21	L-229	POMPA KE BAK AIR SANTIASI
20	L-228	POMPA KE BAK KLOORINASI
19	L-227	POMPA KE PERALATAN
18	F-226	BAK AIR PENDINGIN
17	L-225	POMPA KE BAK AIR PENDINGIN
16	L-224	POMPA KE BOILER
15	D-223	DEAERATOR
14	L-222	POMPA KE DEAERATOR
13	F-221	BAK AIR LUNAK
12	Q-220	BOILER
11	L-219	POMPA AIR BERSIH
10	F-218	BAK AIR BERSIH
9	F-217	SAND FILTER
8	F-216	TANGKI CLARIFIER
7	L-215	POMPA SKIMMER
6	F-214	SKIMMER
5	L-213	POMPA SEDIMENTASI
4	F-212	BAK SEDIMENTASI
3	L-211	POMPA AIR SUNGAI
2	D-210B	ANION EXCHANGER
1	D-210A	KATION EXCHANGER
NO	KODE	NAMA ALAT

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

UNIT PENGOLAHAN AIR PRA RENCANA PABRIK
ALUMINIUM SULFAT

ASI

DIRANCANG OLEH :	DISETUJUI DOSEN PEMBIMBING :
Timut Fitra Jaya Andhi Setya Budi	fr. Muyassaroh .MT
06.14.020 06.14.023	

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

Dalam suatu perencanaan pabrik, salah satu faktor yang sangat penting yaitu penentuan lokasi pabrik dan letak peralatan pabrik. Karena hal tersebut akan berpengaruh terhadap kelangsungan hidup pabrik yang akan didirikan di masa mendatang. Selain itu tata letak komponen-komponen pabrik itu sendiri juga menentukan koefisien produksi. Untuk itu diperlukan pengaturan yang sedemikian rupa hingga mampu memenuhi kualitas dan kuantitas produk yang ingin dicapai.

9.1. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat menentukan keberhasilan suatu perancangan pabrik. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi pabrik yang terbagi menjadi dua bagian, yaitu faktor utama dan faktor khusus.

Yang termasuk ke dalam faktor utama yaitu :

A. Bahan baku

Tersedianya bahan baku dan harga bahan baku sering menentukan lokasi suatu pabrik. Ditinjau dari faktor ini, maka hendaknya pabrik didirikan dekat dengan lokasi bahan baku. Hal-hal yang lain yang perlu dipertimbangkan mengenai harga bahan baku adalah :

- Lokasi sumber bahan baku.
- Kapasitas sumber bahan baku tersebut dan beberapa lama sumber bahan baku tersebut dapat mencukupi kebutuhan pabrik.
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutannya.

- Kuantitas bahan baku yang ada, dan kualitas bahan baku harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku saat ini.

B. Pemasaran

Pemasaran hasil proses produksi suatu pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam mempercepat perkembangan pabrik tersebut, karena berhasil tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan yang didapat oleh pabrik. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Dimana produk akan dipasarkan.
- Kebutuhan akan produk pada saat sekarang dan pada saat yang akan datang.
- Pengaruh persaingan yang ada.
- Jarak pemasaran atau lokasi dan bagaimana sarana pengangkutan daerah pemasaran.

C. Utilitas

Utilitas merupakan kebutuhan yang tidak kalah penting, khususnya bagi kelengkapan proses produksi. Bagian dari pada utilitas adalah air, listrik dan lain-lainnya. Adapun uraian dari utilitas adalah sebagai berikut :

♦ Air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, media pendingin, air sanitasi dan kebutuhan yang lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan air, air dapat diambil dari beberapa sumber yaitu air sungai, air kawasan, air PDAM. Bila air dibutuhkan dalam jumlah besar, maka pengambilan air dari sumber akan lebih ekonomis.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk memilih lokasi pabrik adalah :

- Berapa jauh sumber atau sungai ini dapat dijangkau dari pabrik.
- Kualitas sumber air yang tersedia.
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air yang diperlukan oleh pabrik.

♦ **Listrik**

Listrik dalam industri merupakan bagian utilitas yang sangat penting, terutama sebagai penggerak peralatan proses, selain sebagai penerangan dan keperluan lainnya. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Ada atau tidaknya serta jumlah listrik di daerah yang akan ditempati pabrik.
- Harga tenaga listrik.
- Persediaan tenaga listrik di masa mendatang.

D. Iklim dan Alam Sekitarnya

Iklim dan alam sekitar merupakan bagian yang tidak dapat diabaikan, selain pabrik diharapkan ramah lingkungan, iklim juga berpengaruh bagi konstruksi bangunan, spesifikasi peralatan serta konstruksi peralatan. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Keadaan alamnya, alam yang menyulitkan konstruksi bangunan dan mempengaruhi spesifikasi peralatan, serta konstruksi peralatan.
- Keadaan angin (kecepatan dan arah angin) pada situasi terburuk yang pernah terjadi di tempat itu (lokasi pabrik).
- Bahaya alam (gempa bumi, banjir) yang pernah terjadi di lokasi pabrik.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk memilih lokasi pabrik adalah :

- Biaya tanah sumber air dan energi ini dapat dijangkau dari pabrik.
- Kualitas sumber air yang tersedia.
- Pengaruh mesin terhadap kemampuan penyediaan air yang diperlukan oleh pabrik.

• Listrik

Listrik dalam industri merupakan bagian yang sangat penting, terutama sebagai penggerak peralatan proses, selain sebagai penerangan dan kebutuhan lainnya. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Ada atau tidaknya serta jumlah listrik di daerah yang akan didirikan pabrik.
- Harga tenaga listrik.
- Persediaan tenaga listrik di masa mendatang.

D. Iklim dan Alam Sekitarnya

Iklim dan alam sekitar merupakan bagian yang tidak dapat diabaikan, selain pabrik diharapkan mampu lingkungan, iklim juga berpengaruh bagi konstruksi bangunan, spesifikasi peralatan serta konstruksi peralatan. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Ketersediaan alam yang menyulitkan konstruksi bangunan dan mempengaruhi spesifikasi peralatan serta konstruksi peralatan.
- Ketersediaan angin (kecepatan dan arah angin) pada situasi terbuka yang pernah terjadi di tempat ini (lokasi pabrik).
- Bahaya alam (gempa bumi, banjir) yang pernah terjadi di lokasi pabrik.

- Kemungkinan untuk perluasan di masa mendatang.

Sedangkan yang termasuk faktor khusus adalah :

□ **Transportasi**

Masalah transportasi perlu diperhatikan agar kelancaran supply bahan baku maupun pemasaran produk dapat terjamin dengan biaya serendah mungkin dan dalam waktu singkat. Karena itu perlu diperhatikan fasilitas atau sarana yang lain seperti :

- Jalan raya yang dapat dilalui mobil/truk.
- Sungai yang dapat dilalui kapal dan tempat berlabuh kapal tersebut.
- Adanya pelabuhan laut.

□ **Buangan Pabrik (Waste Disposal)**

Apabila buangan pabrik (Waste Disposal) berbahaya bagi kehidupan sekitarnya, maka harus diperhatikan yaitu cara mengeluarkan buangan atau limbah pabrik, terutama dihubungkan dengan peraturan pemerintah maupun peraturan yang dibuat secara internasional, khususnya menyangkut (International Standart Organization) ISO 9002, yaitu pendirian pabrik yang berwawasan lingkungan (ramah lingkungan). Terutama masalah polusi yang timbul.

□ **Tenaga Kerja**

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai tenaga kerja adalah :

- Mudah tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang dibutuhkan.
- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja.
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut.

• Kemungkinan untuk bertahan di masa mendatang.

• Sedangkan yang termasuk faktor khusus adalah :

□ Transportasi

Masalah transportasi perlu diperhatikan agar kelancaran supply bahan baku maupun pemasaran produk dapat berjalan dengan biaya serendah mungkin dan dalam waktu singkat. Karena itu perlu diperhatikan fasilitas atau sarana yang lain

seperti :

- Jalan raya yang dapat dilalui mobil/motor.
- Sungai yang dapat dilalui kapal dan tempat berlabuh kapal tersebut.
- Adanya pelabuhan laut.

□ Buangan Pak (Waste Disposal)

Apabila buangan pabrik (Waste Disposal) berbahaya bagi kehidupan sekitarnya maka harus diperhatikan yaitu cara mengeluarkan buangan atau limbah pabrik. Terutama dibicarakan dengan perhatian maupun perhatian yang dibuat secara internasional, khususnya mengenai (International Standard Organization) ISO 9002 yang berkaitan pabrik yang berwawasan lingkungan (masalah lingkungan). Terutama masalah polusi yang timbul.

□ Tenaga Kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai tenaga kerja adalah :

- Mudah tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang dibutuhkan.
- Kesehatan dan pendidikan tenaga kerja.
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut.

□ **Site Karakteristik dari lokasi**

Dalam memilih lokasi pabrik harus diperhatikan apakah daerah tersebut merupakan lokasi pertanian, rawa, bukit dan lain-lain. Lokasi pendirian pabrik yang baik adalah di daerah yang gersang tetapi memiliki persyaratan yang baik bagi pendirian pabrik.

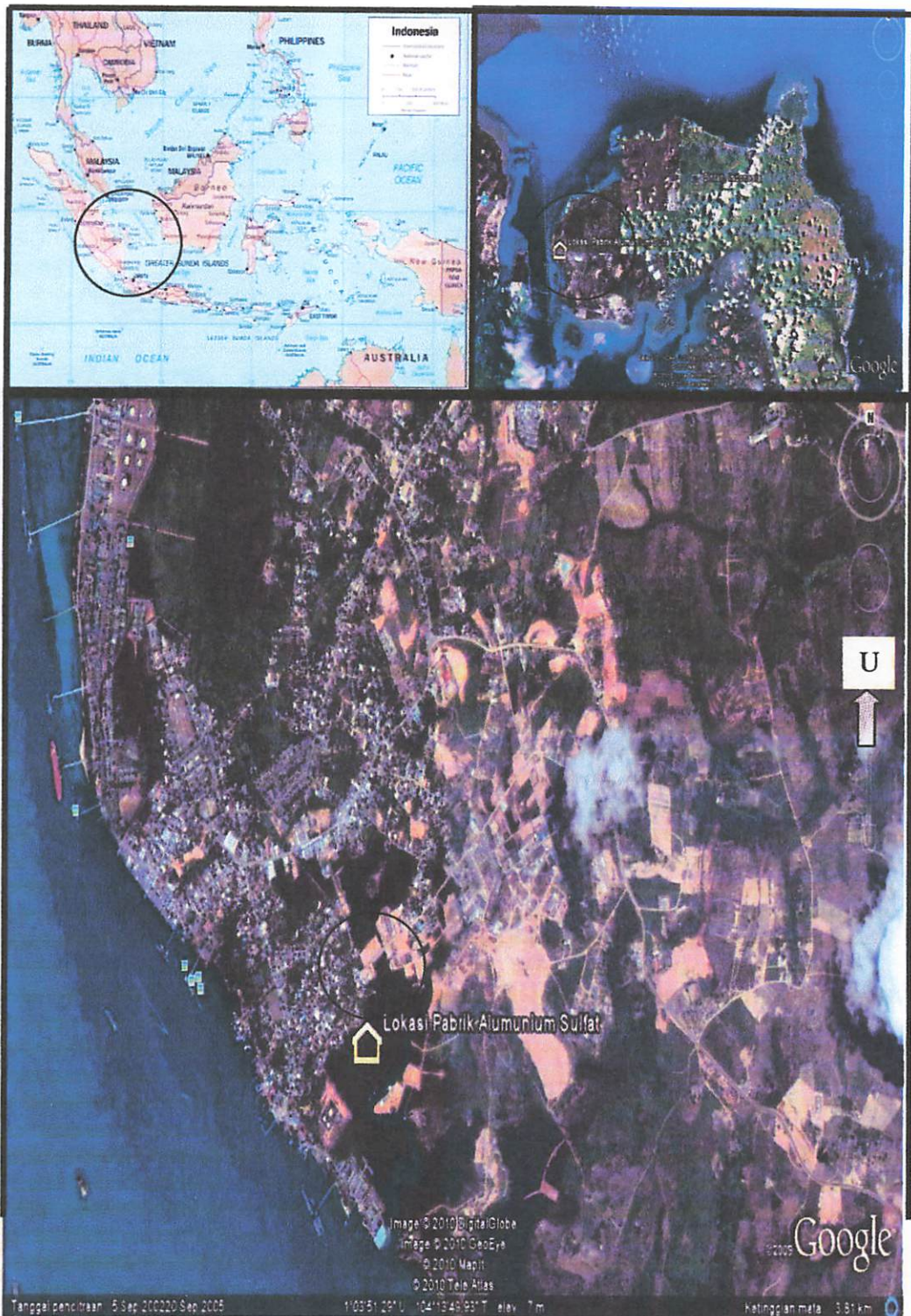
□ **Masalah Lingkungan**

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Lokasi termasuk pedesaan atau perkotaan.
- Fasilitas rumah dan tempat ibadah.

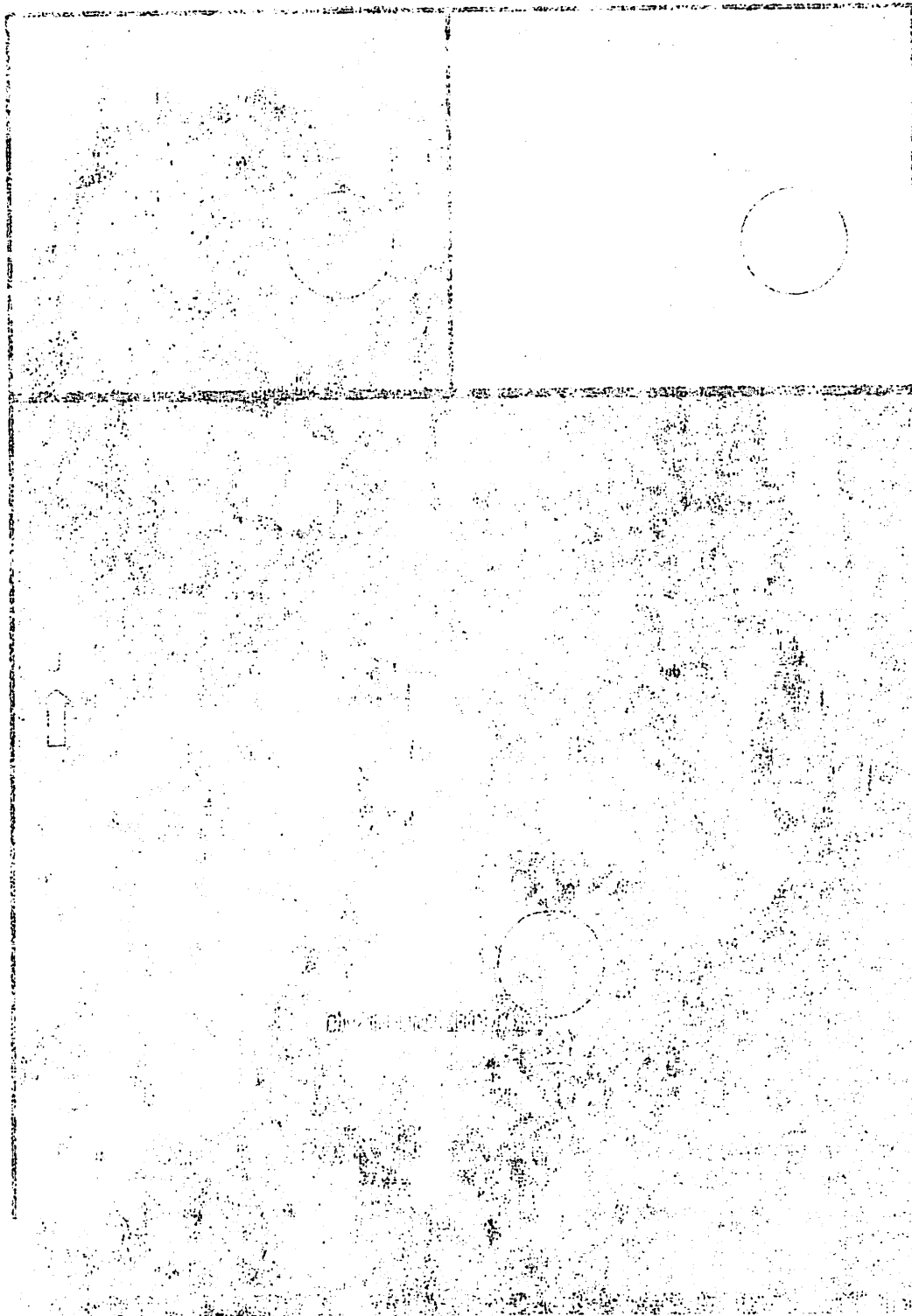
Berdasarkan faktor-faktor diatas maka lokasi yang dipilih untuk mendirikan pabrik Aluminium Sulfat adalah di kepulauan Riau (Pulau Bintan) terutama ditinjau dari tersedianya bahan baku Bauksit.. Adapun peta lokasi pabrik dapat dilihat pada Gambar 9.1.1.

Aluminium Sulfat dapat dilihat pada gambar 9.1.1



Gambar 9.1.1. Peta Lokasi Pabrik Alminium Sulfat

1.1.9. Analisis hasil uji coba metode pembelajaran



Gambar 1.1. Hasil Pokok Pokok Analisis Hasil Uji Coba Metode Pembelajaran

9.2. Tata Letak Pabrik (*Plant Lay Out*)

Setelah proses *flow* diagram tersusun, sebelum design pemipaan, struktural dan listrik dimulai, maka *lay out* proses pabrik dan peralatan harus direncanakan terlebih dahulu. Perencanaan *lay out* pabrik meliputi perencanaan *storage area*, proses area dan *handling area*.

Pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam menyusun *lay out* pabrik adalah :

- Tanah yang tersedia
- Type dan kualitas produk
- Kemungkinan pengembangan pabrik di masa mendatang
- Distribusi bahan baku
- Keadaan cuaca dan lingkungan
- Keamanan terhadap kebakaran, gas beracun dan bentuk bangunan
- Pengaturan terhadap penggunaan ruangan dan elevasi
- Ruang dan lapangan dibagi dalam kotak-kotak dan setiap kotak menunjukkan tempat dari setiap unit proses.
- Kantor dan gudang diletakkan dekat dengan jalan raya.
- Aliran proses berjalan dari satu unit ke unit lain secara langsung, maka letak didekatkan untuk menghemat pipa penyambungan.

Ukuran luas bangunan dapat dilihat pada Tabel 9.2.1., sedangkan gambar *plant lay out* dapat dilihat pada Gambar 9.2.1.

9.2. Tata Letak Pabrik (Plant Lay Out)

Setelah proses flow diagram selesai, sebelum design bangunan struktural dan listrik dimulai, maka lay out proses pabrik dan peralatan harus direncanakan terlebih dahulu. Perencanaan lay out pabrik meliputi perencanaan storage area, proses area dan marketing area.

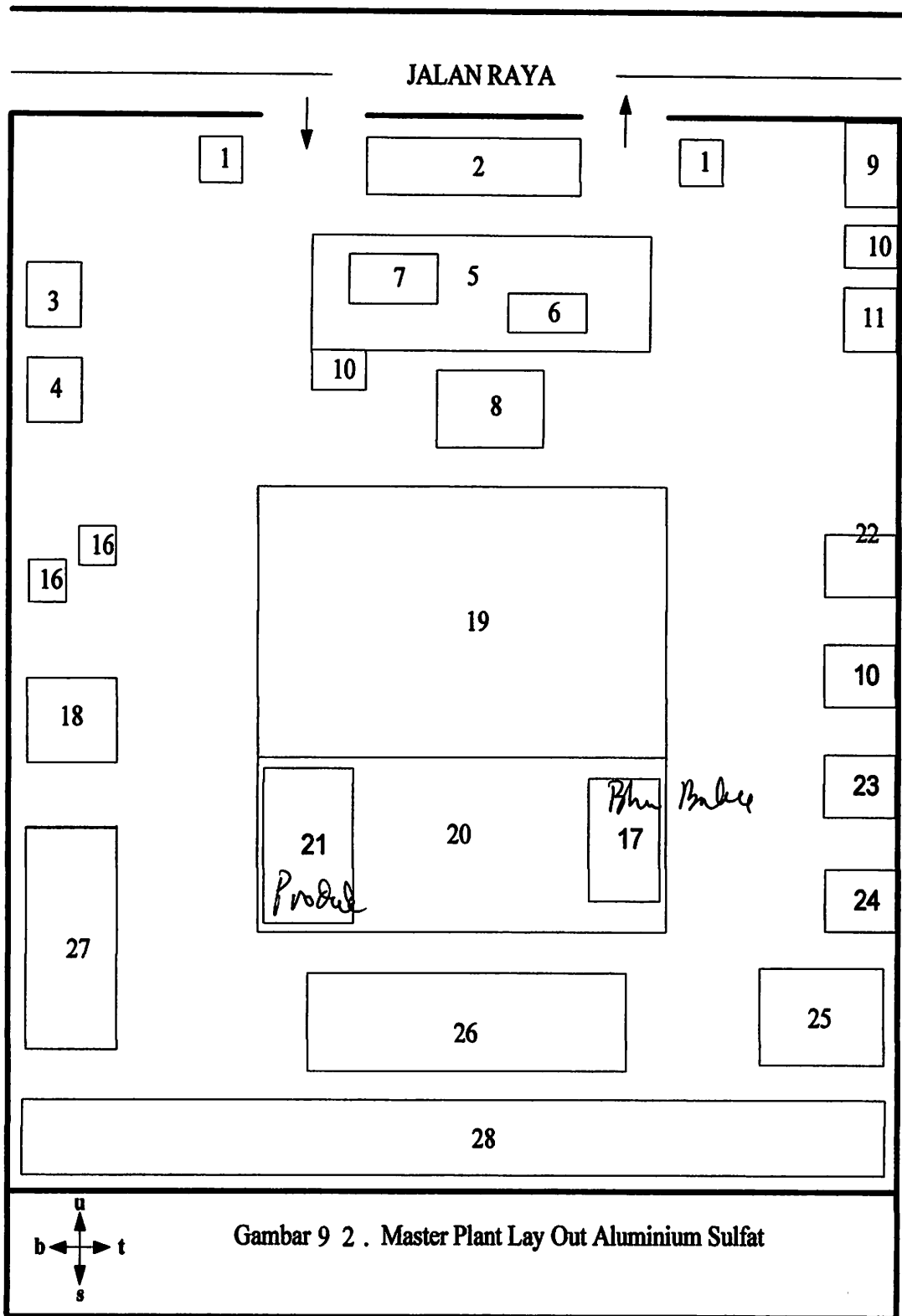
Pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam merencanakan lay out pabrik adalah :

- Tanah yang tersedia
- Tipe dan kualitas produk
- Kemungkinan pengembangan pabrik di masa mendatang
- Distribusi bahan baku
- Ketersediaan tenaga dan lingkungan
- Keselamatan terhadap kebakaran, gas beracun dan bentuk pencemaran
- Peralatan terhadap penggunaan ruangan dan elevasi
- Ruang dan lapangan dibagi dalam kotak-kotak dan setiap kotak menunjukkan tempat dari setiap unit proses.
- Kantor dan gudang diletakkan dekat dengan jalan raya.
- Aliran proses berjalan dari satu unit ke unit lain secara langsung, maka tidak dibelakangi untuk menghindari pipa penyumbatan.

Ukuran luas bangunan dapat dilihat pada tabel 9.2.1., sedangkan gambar gambar lay out dapat dilihat pada Gambar 9.2.1.

Tabel 9.2.1. Luas Bangunan Pra Rencana Pabrik Aluminium Sulfat

No.	Lokasi	Luas (m ²)	
		Tanah	Bangunan
1	Pos Penjagaan	20	20
2	Taman	450	450
3	Parkir Tamu	150	150
4	Parkir Karyawan	250	250
5	Parkir Truk	250	250
6	Ruang Serba Guna	150	150
7	Perpustakaan	80	80
8	Are Perkantoran dan Tata Usaha	1200	1200
9	Toilet	50	50
10	Musholla	60	60
11	Poliklinik	80	80
12	Kantin	70	70
13	Pemeriksaan Bahan Baku	50	50
14	Gudang Bahan Baku	260	260
15	PMK	60	60
16	Listrik / Ruang Genset	80	80
17	Ruang Bahan Bakar	120	120
18	Ruang Boiler	400	400
19	Unit Pengolahan Air	700	700
20	Ruang Proses	30000	30000
21	Area Perluasan Pabrik	15000	-
22	Bengkel dan Garasi	500	500
23	Litbang / R & D	80	80
24	Laboratorium	250	250
25	Gudang Produk	250	250
26	Pos Penimbangan	40	40
27	Pembuatan Sludge Jalan	900	900
TOTAL		51500	36500



Gambar 9 2 . Master Plant Lay Out Aluminium Sulfat

A
 B
 C
 D
 E

1950-1951 Annual Report of the Board of Directors

				58		
				50		52
52						54
		51		50	51	
						53
18						50
				40		
10						55
10						
				2		
4			10			
						11
3				2		10
				5		0

1950-1951

Keterangan Gambar :

1. Pos keamanan
2. Taman
3. Tempat parkir tamu
4. Tempat Parkir karyawan
5. Aula
6. Perpustakaan
7. Area perkantoran dan tata usaha
8. Poliklinik
9. Mushola
10. Toilet
11. Kantin
12. Kantor kepala pabrik dan staff
13. Ruang meeting
14. Ruang kontrol
15. Laboratorium
16. Penimbang truk
17. Area gudang bahan baku
18. Garasi dan bengkel
19. Area proses
20. Perluasan area proses
21. Area gudang produk
22. Area pembangkit listrik
23. Pemadam kebakaran
24. Gudang bahan bakar dan genset
25. Ruang boiler
26. Area pengolahan air
27. Unit pengolahan limbah
28. Perluasan Pabrik

Keterangan Gambar :

- 1. Pos keamanan
- 2. Taman
- 3. Tempat parkir tamu
- 4. Tempat parkir karyawan
- 5. Aula
- 6. Perputakaan
- 7. Area perkantoran dan tata usaha
- 8. Poliklinik
- 9. Mushola
- 10. Toilet
- 11. Kantin
- 12. Kantor kepala pabrik dan staff
- 13. Ruang meeting
- 14. Ruang kontrol
- 15. Laboratorium
- 16. Pemindah truk
- 17. Area gudang bahan baku
- 18. Garsi dan bengkel
- 19. Area proses
- 20. Perluasan area proses
- 21. Area gudang produk
- 22. Area pembangkit listrik
- 23. Pemadam kebakaran
- 24. Gudang bahan bakar dan genset
- 25. Ruang boiler
- 26. Area pengolahan air
- 27. Unit pengolahan limbah
- 28. Perluasan Pabrik

9.3. Tata Letak Peralatan Pabrik (*Lay Out Pilot Plant*)

Lay Out Pilot Plant hanya menggambarkan unit-unit atau peralatan proses saja. Dalam penyusunan peralatan proses, yang perlu diperhatikan adalah :

- **Aliran bahan baku dan produk**

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar serta dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

- **Aliran udara**

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses harus lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan kerja karyawan.

- **Cahaya**

Penerangan seluruh pabrik harus memadai, tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu diperhatikan penerangan tambahan.

- **Jarak antara alat-alat proses perlu diatur sedemikian rupa misalnya untuk alat proses yang mempunyai tekanan dan temperatur tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat yang lainnya.**

- **Menyusun berdasarkan urutan proses dengan memperhatikan kemungkinan perluasan di masa mendatang.**

- **Memberikan ruang cukup untuk memudahkan ruang gerak.**

- **Memberikan ruang yang cukup untuk memudahkan ruang gerak bagi karyawan perluasan dan memudahkan peralatan secara keseluruhan.**

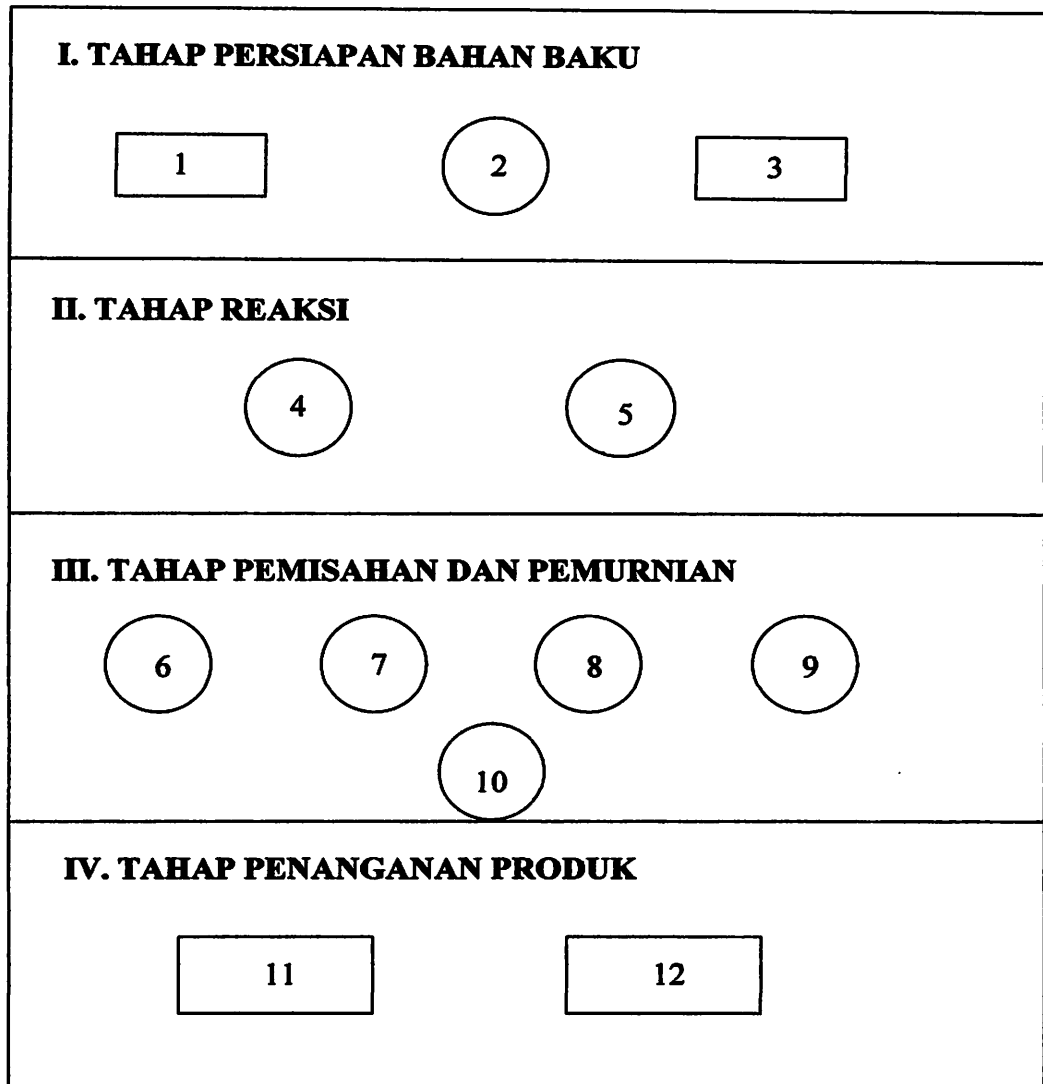
9.3. Tata Letak Peralatan Pabrik (Lay Out Pilot Plant)

Lay Out Pilot Plant hanya menggunakan unit-unit atau peralatan proses

seja. Dalam penyusunan peralatan proses yang perlu diperhatikan adalah :

- Aliran bahan baku dan produk
Pergaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar serta dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi.
- Aliran udara
Aliran udara di dalam dan sekitar area proses harus lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan kerja karyawan.
- Cahaya
Pencayaan seluruh pabrik harus memadai. tempat-tempat proses yang berbahaya atau berisiko tinggi perlu diperhatikan penerangan tambahan.
- Jarak antara alat-alat proses perlu diatur sedemikian rupa sehingga untuk alat proses yang mempunyai tekanan dan temperatur tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat yang lainnya.
- Menyusun berdasarkan urutan proses dengan memperhatikan kemungkinan betasan di masa mendatang.
- Memberikan ruang cukup untuk memindahkan ruang gerak.
- Memberikan ruang yang cukup untuk memindahkan ruang gerak bagi karyawan betasan dan memindahkan peralatan secara keseluruhan.

Adapun *Lay Out Pilot Plant* peralatan proses Pra Rencana Pabrik Alminium Sulfat dapat dilihat pada Gambar 9.3.1.



Gambar 9.3.1. *Lay Out Pilot Plant* Peralatan Proses

Keterangan :

I. Tahap Persiapan Bahan Baku

1. Storage Bauksit
2. Storage H_2SO_4
3. Storage BaS

II. Tahap Reaksi

4. Reaktor I

5. Reaktor II

III. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

6. Rotary Vacuum Filter

7. Clarifier

6. Evaporator

9. Kristaliser

10. Centrifuge

IV. Tahap Penanganan Produk

11. Unit Pengemasan

12. Storage Produk

BAB X

STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN

Kelancaran dan kontinuitas suatu pabrik merupakan hal yang penting dan menjadi tujuan utama setiap perusahaan. Hal tersebut dapat ditunjang dengan adanya struktur organisasi yang baik.

Struktur organisasi dapat memberikan wewenang pada setiap perusahaan untuk melaksanakan tugas yang dibebankan kepadanya. Juga mengatur sistem dan hubungan struktural antar fungsi atau orang – orang dalam hubungan satu dengan yang lainnya pada pelaksanaan fungsi mereka.

10.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik *Aluminium Sulfat* ini direncanakan berstatus perusahaan swasta nasional yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT), bentuk ini digunakan dengan alasan :

1. Mudah mendapatkan modal dari penjualan saham setelah pabrik berjalan optimum dengan validitas yang jelas.
2. Kekayaan perusahaan terpisah dari kekayaan pemegang saham.
3. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sebab segala sesuatu yang menyangkut perusahaan dipegang oleh pimpinan perusahaan.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya seorang pemegang saham, direksi atau karyawan.

10.2 Sistem Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi yang digunakan adalah sistem garis dan staff. Alasan pemilihan sistem garis dan staff adalah :

1. Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi terus menerus.
2. Terdapat satu kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik.
3. Sering digunakan dalam perusahaan yang memproduksi secara massal.
4. Masing-masing kepala bagian/manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.
5. Pimpinan tertinggi pabrik dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris. Anggota Dewan Komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staff ahli yang bertugas memberikan saran kepada direktur.

Di samping alasan tersebut ada beberapa kebaikan yang dapat mendukung pemakaian sistem organisasi staf dan garis yaitu :

1. Dapat digunakan oleh setiap organisasi besar, apapun tujuannya, betapapun luas tugasnya dan betapapun kompleks susunan organisasinya.
2. Pengambilan keputusan yang sehat lebih mudah dapat diambil, karena adanya staf ahli.
3. Perwujudan "the right man in the right place" lebih mudah dilaksanakan.

Dari kelebihan-kelebihan sistem organisasi garis dan staf di atas maka dapat dipakai sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan sistem organisasi

perusahaan pada Pra Rencana Pabrik *Aluminium Sulfat* ini, yaitu menggunakan sistem organisasi garis dan staf. Pembagian tanggung jawab dan wewenang berdasarkan departementasi. Pada setiap departemen dibagi lagi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil lagi yaitu divisi. Selanjutnya tiap divisi dibagi lagi menjadi unit-unit.

Setiap departemen dipimpin oleh seorang manajer yang dibantu oleh asisten manajer, sedangkan untuk divisi dikepalai oleh seorang divisi manajer yang dibantu oleh asisten divisi manajer.

10.3 Tugas dan Tanggung Jawab Organisasi

1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah sekelompok orang yang ikut dalam pengumpulan modal untuk mendirikan pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Pemegang saham adalah pemilik perusahaan yang besarnya tergantung dari prosentase kepemilikan saham. Kekayaan pribadi pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Penanam saham wajib menanamkan modalnya paling sedikit 1 tahun. Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) adalah rapat dari pemegang saham yang memiliki kekuasaan tertinggi dalam mengambil keputusan untuk kepentingan perusahaan, dan merekalah yang memilih Direktur dan Dewan Komisaris dalam RUPS. RUPS biasanya dilakukan paling sedikit sekali dalam setahun, atau selambat-lambatnya enam bulan sejak tahun buku yang bersangkutan berjalan (neraca telah aktif).

2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris terdiri dari para pemegang saham perusahaan. Pemegang saham adalah pihak-pihak yang menanamkan modalnya untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Besarnya kepemilikan pemegang saham terhadap perusahaan tergantung/sesuai dengan besarnya modal yang ditanamkan, sedangkan kekayaan pribadi dari pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Pemegang saham harus menanamkan saham paling sedikit 1 (satu) tahun. Tugas dan wewenang dewan komisaris adalah :

- a. Bertanggung jawab terhadap pabrik secara umum dan memberikan laporan pertanggungjawaban kepada para pemegang saham dalam RUPS.
- b. Menerima pertanggungjawaban dari para manager pabrik.
- c. Mengawasi tindakan direktur agar tidak merugikan perusahaan.
- d. Menyetujui atau menolak rancangan yang diajukan direktur.

3. Direktur Utama

Posisi direktur utama merupakan pemimpin tertinggi perusahaan secara langsung dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan selama perusahaan berdiri, dimana direktur utama ini membawahi :

- a. Direktur Teknik dan Produksi
- b. Direktur Keuangan dan Administrasi

Tugas dan wewenang direktur utama adalah :

- a. Menetapkan strategi perusahaan, membuat perencanaan kerja dan menginstruksikan cara-cara pelaksanaannya kepada manager.

- b. Mengurus harta kekayaan perusahaan.
- c. Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas, dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan atau target perusahaan yang telah direncanakan.
- d. Mengadakan koordinasi yang tepat pada seluruh bagian organisasi.
- e. Memberikan instruksi resmi kepada bawahannya untuk melaksanakan tugas masing-masing.
- f. Mempertanggungjawabkan kepada dewan komisaris semua anggaran pembelanjaan dan pendapatan perusahaan.
- g. Selain tugas diatas, direktur utama berhak mewakili perseroan secara sah dan langsung dalam segala hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan perusahaan. Dan harus berkonsultasi kepada dewan komisaris setiap akan melakukan tindakan perusahaan yang krusial seperti peminjaman uang ke Bank, memindahtangankan perseroan untuk menanggung hutang perusahaan, dll).

4. Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Libang merupakan staf direktur utama yang terdiri dari ahli teknik dan ahli ekonomi. Divisi Litbang bertugas mengembangkan secara kreatif dan inovatif segala aspek perusahaan terutama yang berkaitan dalam peningkatan kualitas produksi sehingga mampu bersaing dengan produk kompetitor.

Tugas dan wewenang Litbang adalah :

- a. Memberikan nasihat dan informasi mengenai ekonomi dan teknik kepada direktur utama.

- b. Membantu direktur utama dalam bidang penelitian dan pengembangan organisasi perusahaan, teknik proses dan sebagainya, sehingga dapat memajukan perusahaan.

5. Direktur Teknik dan Produksi

Direktur teknik dan produksi diangkat dan diberhentikan oleh direktur utama, serta bertanggung jawab kepada direktur utama dalam hal :

- a. Kelancaran produksi
- b. Pengawasan peralatan
- c. Pemeliharaan dan perbaikan alat produksi
- d. Perencanaan jadwal produksi dan penyediaan sarana produksi.

6. Direktur Administrasi dan Keuangan

Direktur Administrasi dan Keuangan memiliki ruang lingkup kerja yang lebih luas dari Manager teknik dan produksi. Direktur administrasi dan keuangan bertanggung jawab atas segala kegiatan kerja diluar produksi. Semua manajemen perusahaan diatur dan dijalankan oleh bagian administrasi, termasuk strategi pemasaran, pengaturan keuangan perusahaan, hubungan masyarakat, dan mengatur masalah ketenagakerjaan.

7. Kepala Bagian Quality Control (Pengendalian Mutu)

Kepala bagian QC bertugas mengawasi mutu bahan baku yang diterima dan produk yang dihasilkan. Selama mengawasi mutu produk, tidak hanya produk jadi saja yang di analisis tapi juga pada setiap tahapan proses.

a. Kasie Pengolahan Limbah

Kasie Pengolahan Limbah bertanggung jawab kepada Kepala Quality Control yang bertugas untuk melakukan penganalisaan, pengujian dan pengawasan terhadap Limbah yang dihasilkan agar aman bagi lingkungan.

8. Kepala Bagian Produksi

Kepala Bagian Produksi bertanggung jawab atas jalannya proses produksi sesuai yang direncanakan, termasuk merencanakan kebutuhan bahan baku agar target produksi terpenuhi.

a. Kasie Pengendalian proses

Kasie Pengendalian Proses bertanggung jawab kepada Kabag Produksi untuk mengendalikan kualitas bahan selama proses produksi yang sedang berlangsung, yaitu mengatur komponen bahan baku sehingga didapat produk dengan kualitas yang diinginkan.

b. Kasie Laboratorium

Kasie Laboratorium bertanggung jawab kepada Kabag Produksi atas kualitas produk yang dihasilkan.

produk ke daerah-daerah, melakukan promosi pada berbagai media massa baik cetak maupun elektronik agar produk dapat terserap konsumen.

a. Kasie Penjualan

Bertanggung jawab kepada Kabag Pemasaran mengenai penjualan produk pada berbagai daerah distribusi sekaligus mensurvei kebutuhannya agar dapat dipasok setiap saat.

b. Kasie Promosi dan Periklanan

Melakukan promosi ke berbagai sumber tentang kelebihan produk perusahaan minimal masyarakat konsumen mengetahui produk yang diproduksi perusahaan.

11. Kepala Bagian Keuangan dan Akuntansi

Kepala Bagian Keuangan dan Akuntansi bertanggung jawab mengatur neraca perusahaan dengan melakukan pembukuan sebaik-baiknya baik pemasukan ataupun pembelanjaan untuk kebutuhan perusahaan, selain itu juga membayarkan gaji ke rekening bank tiap karyawan pada setiap akhir bulan. Dan juga membayarkan jaminan sosial atas pemutusan hak kerja (PHK) karyawan. Dept. Keuangan dan Akuntansi membawahi 2 divisi yaitu :

a. Kasie Pembukuan

b. Kasie Keuangan

12. Kepala Bagian Umum

Kepala bagian umum bertugas untuk merencanakan dan mengelola hal-hal yang bersifat umum. Departemen ini mengatur masalah administrasi, Keamanan dan keselamatan, lingkungan serta hubungan antara perusahaan

c. **Kasie Bahan baku**

Bertanggung jawab kepada kepala bagian Produksi atas ketersediaan bahan baku yang dibutuhkan sesuai banyaknya produksi yang diinginkan sehingga tidak terjadi kekurangan atau kelebihan, mengatur aliran distribusi bahan baku dari storage ke dalam proses.

9. Kepala Bagian Teknik

Kepala Bagian Teknik bertanggung jawab atas kelancaran alat-alat proses selama produksi berlangsung, termasuk pemeliharaan alat proses dan instrumentasinya. Apabila ada keluhan pada alat penunjang produksi maka dept. teknik langsung mengatasi masalahnya.

a. **Kasie Utilitas**

Bertanggung jawab kepada kepala Dept. Teknik mengenai kelancaran alat-alat utilitas.

b. **Kasie Pemeliharaan**

Bertugas memperbaiki alat-alat atau instrumen yang rusak baik alat produksi maupun peralatan utilitas. Divisi ini juga diharapkan menciptakan alat-alat yang inovatif untuk menunjang kelancaran produksi.

10. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala Dept. Pemasaran bertanggung jawab dalam mengatur masalah pemasaran produk, termasuk juga melakukan research marketing agar penentuan harga dapat bersaing di pasaran, menganalisis strategi pemasaran perusahaan maupun kompetitor, mengatur masalah dsitribusi penjualan

dengan pihak lain, baik dengan masyarakat, pemerintah maupun dengan perusahaan lain. Departemen ini membawahi 4 divisi :

a. Kasie Personalia

Divisi Personalia bertugas untuk menyaring dan menyeleksi calon pegawai/pekerja baru serta mendistribusikan pekerja sesuai dengan keahlian dan kemampuan yang dimilikinya.

b. Kasie Keamanan dan Keselamatan

Kasie keamanan bertugas untuk menjaga keamanan perusahaan meliputi pengontrolan setiap kendaraan yang masuk perusahaan baik kendaraan bahan baku, produk, sampai kendaraan tamu. Dan juga menjaga keamanan dan ketertiban di lingkungan kerja di seluruh area pabrik.

c. Kasie Kebersihan

Kasie Kebersihan bertugas menjaga kenyamanan, keindahan, perusahaan dari mulai keindahan taman, toilet sampai kebersihan gudang dan produksi.

d. Kasie Transportasi.

Divisi ini mengatur penggunaan transportasi mulai dari penyediaan bahan baku sampai ke transportasi untuk pemasaran produk-produk yang dihasilkan.

Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada gambar 10.1.

10.5 Jaminan Sosial

Jaminan sosial adalah jaminan yang diterima oleh pihak karyawan jika terjadi sesuatu hal yang bukan karena kesalahannya menyebabkan dia tidak dapat melakukan pekerjaan.

Jaminan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan adalah :

a. Tunjangan

- Tunjangan di luar gaji pokok, diberikan kepada tenaga kerja tetap berdasarkan prestasi yang telah dilakukannya dan lama pengabdianya kepada perusahaan tersebut.
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada tenaga kerja yang bekerja di luar jam kerja yang telah ditetapkan (khusus untuk tenaga kerja shift)

b. Fasilitas

Fasilitas yang diberikan berupa seragam kerja untuk karyawan, perlengkapan keselamatan kerja (misal helm, sarung tangan, sepatu boot, kaca mata pelindung dan lain-lain), antar jemput bagi karyawan, kendaraan dinas, tempat tinggal dan lain-lain.

c. Pengobatan

Untuk pengobatan dan perawatan pertama dapat dilakukan di poliklinik perusahaan dan diberikan secara cuma-cuma kepada karyawan yang membutuhkan dengan ketentuan sebagai berikut :

- Untuk pengobatan dan perawatan yang dilakukan pada rumah sakit yang telah ditunjuk akan diberikan secara cuma-cuma
- Karyawan yang mengalami kecelakaan atau terganggu kesehatannya

dalam menjalankan tugas perusahaan, akan mendapat penggantian ongkos pengobatan penuh.

d. Insentive atau bonus

Insentive diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan merangsang gairah kerja karyawan. Besarnya insentive ini dibagi menurut golongan dan jabatan. Pemberian insentive untuk golongan operatif (golongan kepala seksi ke bawah) diberikan setiap bulan sedangkan untuk golongan di atasnya diberikan pada akhir tahun produksi dengan melihat besarnya keuntungan dan target yang dicapai.

e. Cuti

- Cuti tahunan selama 12 hari kerja dan diatur dengan mengajukan permohonan satu minggu sebelumnya untuk dipertimbangkan ijinnya
- Cuti sakit bagi tenaga kerja yang memerlukan istirahat total berdasarkan surat keterangan dokter
- Cuti hamil selama 3 bulan bagi tenaga kerja wanita
- Cuti untuk keperluan dinas atas perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu perusahaan

10.6 Jadwal dan Jam Kerja

Pabrik *Aluminium Sulfat* ini direncanakan akan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam per hari, sisa harinya digunakan untuk perbaikan dan perawatan atau dikenal dengan istilah shut down. Sesuai dengan peraturan pemerintah dalam jumlah jam kerja maka pegawai dapat dibedakan menjadi dua bagian :

a. Untuk pegawai non shift

Bekerja selama 6 hari dalam seminggu (total kerja 40 jam per minggu) sedangkan hari minggu dan hari besar libur. Pegawai non shift ini termasuk karyawan yang tidak langsung menangani operasi pabrik, misalnya : direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor/administrasi dan divisi-divisi di bawah tanggung jawab non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinu.

Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut :

- Senin – Kamis : 08.00 – 16.00 (Istirahat : 12.00 – 13.00)
- Jum'at : 08.00 – 16.00 (Istirahat : 11.00 – 13.00)
- Sabtu : 08.00 – 12.00

b. Untuk pegawai shift

Sehari bekerja 24 jam, yang terbagi dalam 3 shift. Karyawan shift ini termasuk karyawan yang secara langsung menangani proses operasi pabrik, misalnya : kepala shift, operator, karyawan-karyawan shift, gudang -serta keamanan dan keselamatan kerja. Ketentuan jam kerja pegawai shift sebagai berikut :

Shift I : 07.00 – 15.00

Shift II : 15.00 – 23.00

Shift III : 23.00 – 07.00

Jadwal kerja dibagi dalam 4 minggu dan 4 kelompok (regu). Setiap kelompok kerja akan mendapatkan libur satu kali dari tiga kali shift. Jadwal kerja karyawan shift dapat dilihat pada tabel 10.1.

Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik

Regu	Minggu			
	Pertama	Kedua	Ketiga	Keempat
I	Pagi	Siang	Malam	-
II	Siang	Malam	-	Pagi
III	Malam	-	Pagi	Siang
IV	-	Pagi	Siang	Malam

Karena kemajuan suatu pabrik atau perusahaan tergantung pada kedisiplinan karyawannya, maka salah satu cara untuk menciptakan kedisiplinan adalah dengan memberlakukan absensi. Dari mulai direktur utama sampai karyawan kebersihan diberlakukan absensi setiap jam kerjanya yang nantinya dapat menjadi pertimbangan perusahaan dalam meningkatkan karier karyawannya.

10.7 Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

Penggolongan dan tingkat pendidikan karyawan berdasarkan tingkat kedudukan dalam struktur organisasi Pra Rencana Pabrik *Aluminium Sulfat* (gambar 10.1) yaitu :

1. Direktur Utama : Sarjana Teknik Kimia atau min. Strata 2
2. Manager
 - a. Manager produksi : Sarjana Teknik Kimia.
 - b. Manager administrasi dan keuangan : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA).
3. Penelitian & Pengembangan : Sarjana Kimia (MIPA)
4. Kepala Departemen
 - a. Departemen QC : Sarjana Kimia (MIPA)
 - b. Departemen produksi : Sarjana Teknik Kimia
 - c. Departemen teknik : Sarjana Teknik Mesin

- d. Departemen pemasaran : Sarjana Ekonomi
 - e. Departemen keuangan dan Akuntansi : Sarjana Ekonomi
 - f. Departemen Sumber Daya Manusia : Sarjana Psikologi Industri
 - g. Departemen Umum : Sarjana Teknik Industri
5. Kepala divisi
- a. Divisi produksi : Sarjana Teknik Kimia
 - b. Divisi bahan baku : Sarjana Teknik Kimia
 - c. Divisi utilitas : Sarjana Teknik Mesin
 - d. Divisi bengkel & perawatan : Sarjana Teknik Mesin
 - e. Divisi Jaminan Mutu (Quality Control) : Sarjana Kimia (MIPA)
 - f. Divisi Pengendalian Proses : Sarjana Teknik Kimia
 - g. Divisi Kesehatan : Sarjana Kedokteran
 - h. Divisi Ketenagakerjaan : Sarjana Teknik Industri
 - i. Divisi Pembelian : Sarjana Ekonomi
 - j. Divisi Penjualan : Sarjana Ekonomi
 - k. Divisi Promosi Periklanan : Diploma Public Relation & Promotion
 - l. Divisi research marketing : Sarjana Ekonomi
 - m. Divisi Keuangan : Sarjana Ekonomi
 - n. Divisi Akuntansi : Sarjana Ekonomi
 - o. Divisi Humas : Diploma Public Relation & Promotion
 - p. Divisi Personalia : Sarjana Hukum dan Psikologi
 - q. Divisi Administrasi : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA)
 - r. Divisi Keamanan dan Keselamatan : Diploma / SMU / SMK

- s. Divisi Kebersihan : Diploma / SMU / SMK
- t. Divisi Transportasi : Sarjana / Diploma Teknik Mesin

6. Karyawan : Diploma / SMU / SMK.

10.8 Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Perhitungan jumlah tenaga operasional dilakukan berdasarkan pembagian proses yang dilakukan. Pada pabrik *Aluminium Sulfat* proses yang dilakukan terbagi dalam 4 tahap. Berdasarkan *Vilbrant, fig. 6.35, hal. 235* diperoleh jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk kapasitas produksi = 60.000 ton/tahun adalah 44 orang Jam/hari.

Karena jumlah proses keseluruhan terbagi dalam 4 tahap, maka :

Karyawan proses = 44 orang Jam/hari. tahapan \times 4 tahap = 176 orang/jam/hari

Karena satu hari terdapat 3 shift kerja, maka :

$$\text{Karyawan Proses} = \frac{176 \text{ orang jam/hari}}{3 \text{ shift/hari}} = 59 \text{ orang jam/shift}$$

Karena setiap karyawan shift bekerja selama 8 jam / hari, maka :

$$\text{Karyawan proses} = \frac{59 \text{ orang jam/shift}}{8 \text{ jam/hari}} = 8 \text{ orang hari/shift}$$

Karena karyawan shift terdiri atas 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu libur, maka :

Jumlah karyawan proses keseluruhan = 8 orang hari/shift \times 4 regu = 32 orang setiap hari (untuk 4 regu).

Jumlah karyawan harian = 96 orang.

Jadi jumlah karyawan total yang diperlukan pada pabrik *Aluminium Sulfat* adalah 152 orang.

Perincian-kebutuhan tenaga kerja dapat dilihat pada tabel 10.2.

Tabel 10.2. Jabatan dan tingkat pendidikan tenaga kerja.

No.	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Teknik dan Produksi	1
3	Direktur Keuangan dan Adm.	1
4	Staf Litbang	2
5	Kepala Bagian Produksi	1
6	Kepala Bagian Teknik	1
7	Kepala Bagian Umum	1
8	Kepala Bagian Keuangan	1
9	Kepala Bagian Pemasaran	1
10	Kepala Seksi Proses	1
11	Kepala Seksi Laboratorium	1
12	Kepala Seksi Bahan Baku	1
13	Kepala Seksi Utilitas	1
14	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
15	Kepala Seksi Personalia (SDM)	1
16	Kepala Seksi Keamanan	1
17	Kepala Seksi Pengelolaan Limbah	1

18	Kepala Seksi Pembukuan	1
19	Kepala Seksi Keuangan	1
20	Kepala Seksi Penjualan	1
21	Kepala Seksi Gudang	1
22	Kepala Seksi Iklan dan Promosi	1
23	Karyawan Devisi Proses	44
24	Karyawan Devisi QC	4
25	Karyawan Devisi bahan baku	3
26	Karyawan Devisi Utilitas	7
27	Staf Devisi Bengkel & Perawatan	6
28	Karyawan Divisi Personalia	3
29	Karyawan Divisi Keamanan	8
30	Karyawan Divisi Administrasi	5
31	Karyawan Divisi Pembukuan	4
32	Karyawan Divisi Keuangan	4
33	Karyawan Divisi Penjualan	5
34	Karyawan Divisi Gudang	10
35	Karyawan Divisi Kesehatan	6
36	Karyawan Divisi Kebersihan	10
37	Sopir	5
38	Sekretaris	3

39	Dokter	2
Jumlah		152

10.9 Status Karyawan dan Sistem Pengupahan (Gaji)

Pabrik Aluminium Sulfat ini mempunyai sistem pembagian gaji yang berbeda-beda kepada karyawan. Hal ini berdasarkan pada kriteria sebagai berikut :

1. Tingkat pendidikan
2. Pengalaman kerja
3. Tanggung jawab dan kedudukan.
4. Keahlian
5. Pengabdian pada perusahaan (lamanya bekerja).

Berdasarkan kriteria di atas, karyawan akan menerima gaji sesuai dengan status kepegawaiannya. Status kepegawaiannya dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :

1. Karyawan reguler

Karyawan reguler adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian dan masa kerjanya.

2. Karyawan borongan

Karyawan borongan adalah pekerja yang dipergunakan oleh pabrik bila diperlukan saja, misalnya bongkar muat barang dan lain-lain. Pekerja ini menerima upah borongan untuk pekerjaan tersebut.

3. Karyawan harian

Karyawan harian adalah pekerja yang diangkat dan diberhentikan oleh manajer pabrik berdasarkan nota persetujuan manajer pabrik atas pengajuan kepala yang membawahinya dan menerima upah harian yang dibayarkan setiap akhir pekan.

Dengan didasarkan atas kebutuhan dan perbedaan status, maka system pengupahan pada Pra Rencana Pabrik *Aluminium Sulfat* ini dibedakan menjadi :

a. Upah bulanan

Upah bulanan diberikan kepada karyawan tetap yang besarnya berbeda-beda untuk setiap karyawan dan diberikan pada setiap akhir bulan.

b. Upah mingguan

Upah mingguan diberikan kepada karyawan harian tetap yang besarnya berbeda-beda untuk setiap karyawan dan diberikan setiap akhir pekan.

c. Upah borongan

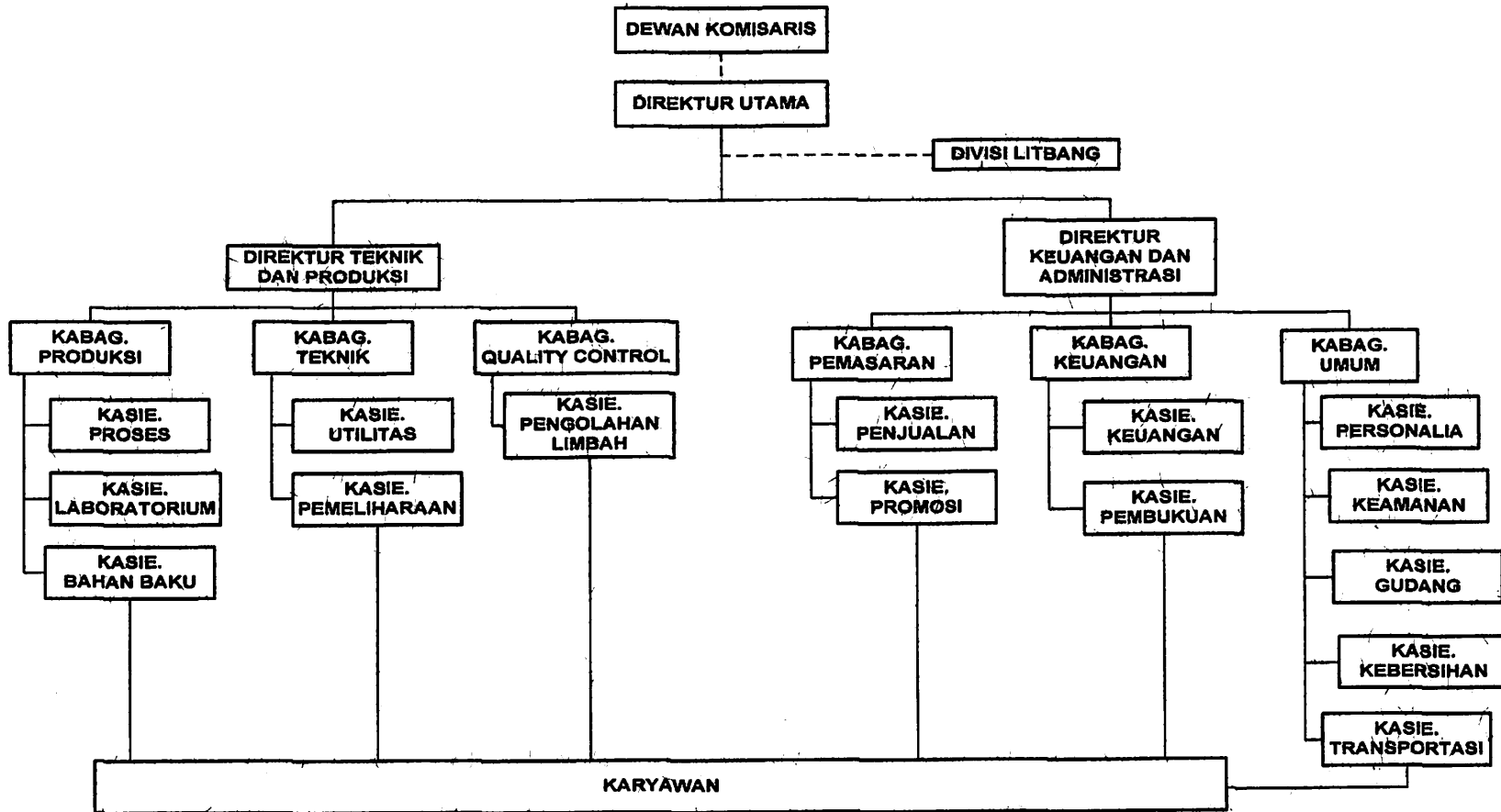
Upah borongan diberikan kepada karyawan harian lepas atau karyawan borongan yang besarnya tidak tetap, tergantung pada macam pekerjaan yang dilakukan dan diberikan setelah pekerjaan itu selesai.

Tabel 10.3. Daftar Upah (Gaji) Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji (Rp)	
			Per orang	Total
1	Direktur Utama	1	10.000.000	10.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	7.500.000	7.500.000

3	Direktur Keuangan dan Adm.	1	7.000.000	7.000.000
4	Staf Litbang	2	2.500.000	5.000.000
5	Kepala Bagian Produksi	1	4.000.000	4.000.000
6	Kepala Bagian Teknik	1	4.000.000	4.000.000
7	Kepala Bagian Quality Control	1	4.000.000	4.000.000
8	Kepala Bagian Keuangan	1	4.000.000	4.000.000
9	Kepala Bagian Pemasaran	1	4.000.000	4.000.000
10	Kepala Seksi Proses	1	4.000.000	4.000.000
11	Kepala Seksi Laboratorium	1	4.000.000	4.000.000
12	Kepala Seksi Bahan Baku	1	3.000.000	3.000.000
13	Kepala Seksi Utilitas	1	3.000.000	3.000.000
14	Kepala Seksi Pemeliharaan	1	3.000.000	3.000.000
15	Kepala Seksi Personalia (SDM)	1	3.000.000	3.000.000
16	Kepala Seksi Keamanan	1	2.000.000	2.000.000
17	Kepala Seksi Pengelolaan Limbah	1	3.000.000	3.000.000
18	Kepala Seksi Pembukuan	1	2.000.000	2.000.000
19	Kepala Seksi Keuangan	1	3.000.000	3.000.000
20	Kepala Seksi Penjualan	1	4.000.000	4.000.000
21	Kepala Seksi Gudang	1	3.000.000	3.000.000
22	Kepala Seksi Iklan dan Promosi	1	4.000.000	4.000.000
23	Karyawan Divisi Proses	44	1.200.000	52.800.000

24	Karyawan Divisi QC	4	3.000.000	12.000.000
25	Karyawan Divisi bahan baku	3	1.450.000	4.350.000
26	Karyawan Divisi Utilitas	7	1.500.000	10.500.000
27	Staf Divisi Bengkel & Perawatan	6	2.000.000	12.000.000
28	Karyawan Divisi Personalia	3	2.000.000	6.000.000
29	Karyawan Divisi Keamanan	8	1.250.000	10.000.000
30	Karyawan Divisi Administrasi	5	2.250.000	11.250.000
31	Karyawan Divisi Pembukuan	4	2.000.000	8.000.000
32	Karyawan Divisi Keuangan	4	2.500.000	10.000.000
33	Karyawan Divisi Penjualan	5	2.000.000	10.000.000
34	Karyawan Divisi Gudang	10	1.500.000	15.100.000
35	Karyawan Divisi Kesehatan	6	1.250.000	7.500.000
36	Karyawan Divisi Kebersihan	10	700.000	7.000.000
37	Sopir	5	1.000.000	5.000.000
38	Kepala Bagian Umum	3	2.500.000	7.500.000
39	Dokter	2	3.000.000	6.000.000
Jumlah		152		285.500.000



Gambar 10.1 Struktur Organisasi Pabrik Alumunium Sulfat

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan suatu cara untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan menguntungkan atau tidak. Oleh karena itu di dalam pra rencana pabrik Aluminium sulfat ini dibuat evaluasi untuk mengetahui berapa investasi yang diperlukan untuk mendirikan pabrik Aluminium sulfat tersebut. Cara untuk mengetahui jumlah investasi yang dibutuhkan oleh pabrik Aluminium sulfat dapat menggunakan beberapa cara, antara lain :

1. Internal rate of return (IRR)
2. Pay out Time (POT)
3. Break Eevent Point (BEP)
4. Return of Invesment (ROI)

Untuk meninjau metode-metode diatas perlu diadakan penafsiran terhadap beberapa hal yang menyangkut administrasi perusahaan dan jalannya proses.

11.1 Faktor – faktor Penentu

11.1.1 Total Capital Investment (TCI)

Yaitu modal atau biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan suatu pabrik mulai dari awal sampai pabrik selesai dibangun dan siap beroperasi. TCI terdiri dari :

1. Fixed capital Investment (Modal Tetap)

Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik dan fasilitas FCI dibagi menjadi :

a. Direct cost

Yaitu modal yang langsung digunakan dalam proses, meliputi :

- Pembelian peralatan
- Instalasi dan pemasangan peralatan
- Instrumentasi dan kontrol
- Perpipaan
- Peralatan listrik
- Bangunan
- Tanah
- Fasilitas pelayanan
- Pengembangan lahan

b. Indirect cost

Yaitu biaya atau modal yang dikeluarkan secara tidak langsung dikeluarkan untuk keperluan proses, meliputi :

- Engineering dan supervisi
- Konstruksi
- Biaya kontraktor
- Biaya tak terduga (contingency)

2. Work Capital Investment

Yaitu semua biaya yang dikeluarkan untuk mengoperasikan pabrik, dimana biaya yang dikeluarkan dipengaruhi oleh besarnya kapasitas pabrik, meliputi :

- Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu
- Pengemasan produk

- Biaya yang harus ada setiap bulannya (uang tunai) untuk membiayai pengeluaran rutin seperti gaji, pembelian bahan baku dan lain-lain.
- Pajak yang harus dibayar.
- Perhitungan penerimaan dan pengeluaran.
- Utilitas.

Sehingga : $TCI = FCI + WCI$

11.1.2. Biaya Produksi

Adalah biaya yang dikeluarkan tiap satu-satuan produksi. Biaya produksi terdiri dari :

a. Biaya pembuatan

Yaitu semua biaya untuk proses yang meliputi :

- Biaya produksi langsung (DPC)
- Biaya produksi tetap (FPC)
- Biaya overhead pabrik (POC)

b. Biaya umum

Yaitu biaya yang tidak berhubungan dengan proses, meliputi :

- Biaya administrasi
- Biaya distribusi dan pemasaran
- Litbang.

Berdasarkan sifatnya, biaya produksi dibagi menjadi :

a. Biaya tetap

Yaitu biaya yang dikeluarkan secara tetap dan tidak tergantung pada kapasitas pabrik. Yang termasuk biaya tetap antara lain :

- Bunga Bank
- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak, dll

b. Biaya semi variabel (SVC)

Yaitu biaya yang bervariasi tetapi tidak berbanding lurus dengan kapasitas pabrik, antara lain :

- Biaya utilitas
- Biaya bahan baku
- Gaji karyawan
- Supervisor
- Pemeliharaan dan perbaikan

11.1.3. Penaksiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat dapat berubah sesuai dengan perubahan kondisi ekonomi. Karena perubahan kondisi ini maka terdapat beberapa cara untuk mengkonversi harga suatu alat yang sama beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang.

Harga alat pada pabrik Aluminium sulfat ini didasarkan pada data harga alat yang terdapat pada literatur Peter and Timmerhaus serta G.D. Ulrich.

11.2. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

A. Biaya Langsung (Total Plant Direct Cost / TPDC)

1	Harga peralatan		E	=	Rp.	23.837.293.628,37
2	Pemasangan Alat	35%	E	=	Rp.	8.343.052.769,93
3	Instrument dan alat kontrol	20%	E	=	Rp.	4.767.458.725,67
4	Perpipaan terpasang	60%	E	=	Rp.	14.302.376.177,02
5	Listrik terpasang	15%	E	=	Rp.	3.575.594.044,26
7	Tanah dan bangunan			=	Rp.	27.250.000.000,00
8	Fasilitas & workshop	50%	E	=	Rp.	11.918.646.814,19
9	Perluasan bangunan	10%	E	=	Rp.	2.383.729.362,84
	- Total Modal Langsung (TPDC)			=	Rp.	96.378.151.522,28

B. Biaya Tak Langsung (TPIC)

10	Engineering dan Supervisi	12,5%	E	=	Rp.	2.979.661.703,55
11	Konstruksi	41%	E	=	Rp.	9.773.290.387,63
	- Total Modal Tak Langsung (TPIC)			=	Rp.	12.752.952.091,18

C. Total Modal (Total Plant Cost / TPC)

$$\begin{aligned}
 \text{TPC} &= \text{TPDC} + \text{TPIC} \\
 &= 96.378.151.522,28 + 12.752.952.091,18 \\
 &= \text{Rp. } \mathbf{109.131.103.613,46}
 \end{aligned}$$

D. Modal Tetap (Fixed Capital Investment / FCI)

1 Biaya Kontraktor	10%	TPC	= Rp.	10.913.110.361,35
2 Biaya Tak Terduga	10%	TPC	= Rp.	10.913.110.361,35
Total FCI = TPC + 1+ 2				Rp. 130.957.324.336,2

E. Modal Kerja (Working Capital Investment / WCI)

$$\begin{aligned}
 \text{WCI} &= 15\% \times \text{FCI} \\
 &= 15\% \times \text{Rp. } 130.957.324.336,15 \\
 &= \text{Rp. } \mathbf{19.643.598.650,42}
 \end{aligned}$$

F. Total Capital Investment (TCI)

$$\begin{aligned}
 \text{TCI} &= \text{TPC} + \text{WCI} \\
 &= \text{Rp. } 109.131.103.613,46 + \text{Rp. } 19.643.598.650,42 \\
 &= \text{Rp. } \mathbf{128.774.702.263,88}
 \end{aligned}$$

G. Modal Perusahaan

Modal sendiri (MS)	60%	TCI	= Rp.	77.264.821.358,33
Modal pinjaman (MP)	40%	TCI	= Rp.	51.509.880.905,55
Total Modal Perusahaan				= Rp. 128.774.702.264

11.3. Penentuan Total Product Cost (TPC)

A. Biaya Produksi Langsung (Direct Production Cost/DPC)

- Bahan Baku 1 tahun		=	566.981.377.778,4
- Gaji karyawan 1 tahun (GK)		=	3.426.000.000,0
- Utilitas 1 tahun		=	62.637.185.988,6
- Pemeliharaan dan perawatan	15%	FCI	= 19.643.598.650,4

- Penyediaan operasi	15% Pemeliharaan	=	2.946.539.797,6
- Laboratorium	20% GK	=	685.200.000,0
- Supervisi	10% GK	=	342.600.000,0
- Patent dan Royalti	1% TPC	=	1% TPC
<hr/>			
Biaya Produksi Langsung	=	656.610.731.650,0	+ 1% TPC

B. Biaya Tetap (Fixed Cost/FC)

- Depresiasi alat	10% FCI	=	13.095.732.433,6150
- Pajak kekayaan	4% FCI	=	5.238.292.973,4460
- Asuransi	1% FCI	=	1.309.573.243,3615
- Bunga bank	15% MP	=	7.726.482.135,8328
- Biaya Pengemasan		=	5.250.000.000,00
<hr/>			
Biaya Tetap (Fixed Cost/FC)		=	32.620.080.786,2553

C. Biaya Overhead Pabrik

Biaya Overhead	50% GK	=	1.713.000.000,00
----------------	--------	---	------------------

Total Biaya manufaktur (pembuatan)

DPC	= Rp.	656.610.731.650	+ 1% TPC
-----	-------	-----------------	----------

FC	= Rp.	32.620.080.786,3
----	-------	------------------

Biaya Overhead	= Rp.	1.713.000.000,0
----------------	-------	-----------------

COM	= Rp.	690.943.731.786,00	+ 1% TPC
-----	-------	--------------------	----------

D. Biaya pengeluaran Pengeluaran Umum (General Expences/GE)

- Biaya Administrasi	15% GK	= Rp.	513.900.000
----------------------	--------	-------	-------------

- Biaya distribusi dan pemasaran	5% TPC	=	5% TPC
----------------------------------	--------	---	--------

$$\begin{aligned}
 - \text{ Biaya LITBANG} & \quad 4\% \text{ TPC} & = & \quad 4\% & \text{ TPC} \\
 \text{Biaya Pengeluaran Umum (GE)} & = \text{Rp. } 513900000,1 & + & 9\% & \text{ TPC}
 \end{aligned}$$

E. Biaya Produksi Total (TPC)

$$\begin{aligned}
 \text{TPC} & = \text{COM} + \text{GE} \\
 & = \text{Rp. } 691.457.631.786,09 + 10\% \text{ TPC} \\
 \text{TPC} & = \text{Rp. } 768.286.257.540,10 \\
 \text{GE} & = \text{Rp. } 513.900.000 + 9\% \text{ TPC} \\
 & = \text{Rp. } 513.900.000 + \text{Rp. } 69.145.763.178,61 \\
 & = \text{Rp. } 69.659.663.179
 \end{aligned}$$

11.4. ANALISA PROFITABILITAS

Asumsi yang diambil adalah

a. Modal

$$\begin{aligned}
 60\% \text{ modal sendiri} & = \text{Rp. } 77.264.821.358 \\
 40\% \text{ modal pinjaman} & = \text{Rp. } 51.509.880.906
 \end{aligned}$$

b. Bunga kredit sebesar 15% pertahun

c. Masa Konstruksi :

$$\begin{aligned}
 \text{Tahun I} & : 60\% \text{ modal sendiri} + 40\% \text{ modal pinjaman} \\
 \text{Tahun II} & : 60\% \text{ modal sendiri} + 40\% \text{ modal pinjaman}
 \end{aligned}$$

d. Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun

e. Umur pabrik 10 tahun

f. Kapasitas produksi :

Tahun I : 75% dari produksi total

Tahun II : 100% dari produksi total

h. Pajak Penghasilan : 30% pertahun (www.klinik-pajak.com)

* Menghitung Biaya Variabel (VC)

- Bahan Baku pertahun	= Rp.	566.981.377.778,44
- Biaya Utilitas pertahun	= Rp.	62.637.185.988,61
- Biaya Pengemasan	= Rp.	5.250.000.000,00
Total Biaya Variable (VC)	= Rp.	634.868.563.767,05

* Menghitung Biaya Semi Variable (SVC)

- Biaya Umum (GE)	= Rp.	69.659.663.178,70
- Biaya Overhead	= Rp.	1.713.000.000,0
- Penyediaan operasi	= Rp.	2.946.539.797,56
- Perawatan dan Pemeliharaan	= Rp.	19.643.598.650,42
- Gaji karyawan langsung	= Rp.	3.426.000.000,00
- Biaya laboratorium	= Rp.	685.200.000,00
- Supervisi	= Rp.	342.600.000,00
Total Biaya Semi Variable (SVC)	= Rp.	98.425.001.625,00

* Hasil Harga Penjualan (S) untuk kapasitas 100% adalah

S = Rp. 840.000.000.000,00

1. Laba Perusahaan untuk kapasitas 100%

Labanya Perusahaan, yaitu keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk.

$$\text{Total penjualan pertahun} = \text{Rp. } 840.000.000.000,00$$

$$\begin{aligned} \text{Laba kotor} &= \text{Harga Jual} - \text{Biaya Produksi} \\ &= \text{Rp. } 840.000.000.000 - \text{Rp. } 768.286.257.540,10 \\ &= \text{Rp. } 71.713.742.459,9000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pajak penghasilan} &= 30\% \times \text{Laba kotor} \\ &= 30\% \times \text{Rp. } 71.713.742.459,9000 \\ &= \text{Rp. } 21.514.122.738 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laba Bersih} &= (\text{Laba kotor} \times (1 - \% \text{ pajak})) \\ &= \text{Rp. } 71.713.742.460 \times (1 - 0,3) \\ &= \text{Rp. } 50.199.619.721,93 \end{aligned}$$

=> Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak (C_A) :

$$\begin{aligned} C_A &= \text{Laba bersih} + \text{Depresiasi alat} \\ &= \text{Rp. } 50.199.619.721,93 + \text{Rp. } 13.095.732.433,62 \\ &= \text{Rp. } 63.295.352.155,55 \end{aligned}$$

2. Laju Pengembalian Modal (ROI)

ROI adalah pernyataan umum yang digunakan untuk menunjukkan laba tahunan sebagai usaha untuk mengembalikan modal.

a. ROI sebelum pajak

$$\text{ROI}_{BT} = \frac{\text{Laba kotor}}{\text{Modal tetap}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Rp } 71.713.742.459,90}{\text{Rp } 130.957.324.336,15} \times 100\% \\
 &= 54,7612\%
 \end{aligned}$$

b. ROI setelah pajak

$$\begin{aligned}
 \text{ROI}_{\text{AT}} &= \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal tetap}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp } 50.199.619.721,93}{\text{Rp } 130.957.324.336,15} \times 100\% \\
 &= 38,3328\%
 \end{aligned}$$

3. Lama Pengembalian Modal (POT)

POT adalah masa tahunan pengembalian modal investasi dari laba yang dihitung dikurangi penyusutan / waktu yang diperlukan untuk pengembalian modal investasi.

$$\begin{aligned}
 \text{POT} &= \frac{\text{FCI}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= \frac{\text{Rp } 130.957.324.336,15}{\text{Rp } 63.295.352.155,55} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= 2,069 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

(Vilbrant and Dryden, hal. 251)

4. Break Event Point (BEP)

BEP adalah titik dimana jika tingkat kapasitas pabrik berada pada titik tersebut maka pabrik tidak untung dan tidak rugi atau harga penjualan sama dengan biaya produksi.

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC} + (0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\%$$

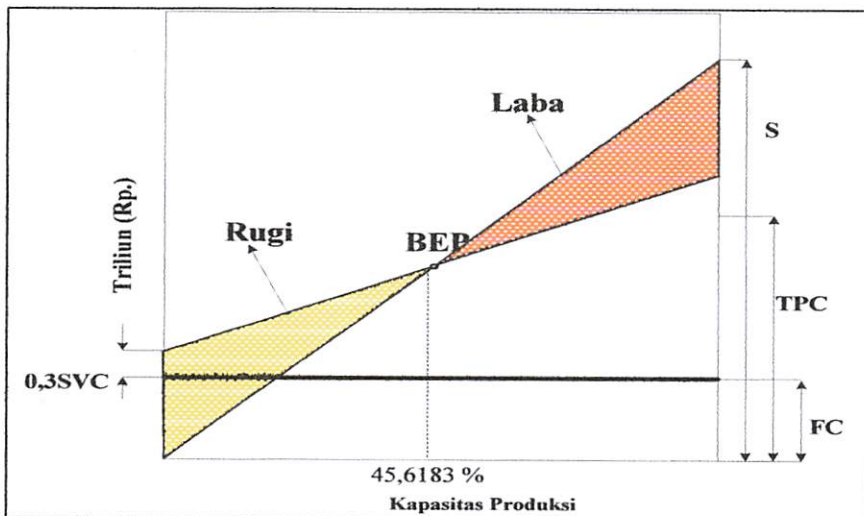
Diketahui :

- FC (biaya produksi tetap) = Rp. 32.620.080.786,26
- SVC (semi variable cost) = Rp. 98.425.001.625,00
- VC (variable cost) = Rp. 634.868.563.767,05
- S (harga penjualan) = Rp. 840.000.000.000,00

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= \frac{\text{FC} + (0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\% \\ &= 45,6183\% \end{aligned}$$

Titik BEP terjadi pada kapasitas

$$\begin{aligned} \text{Titik BEP} &= 45,6183\% \times \text{Rp. } 840.000.000.000,00 \\ &= \text{Rp. } 383.193.572.389,87 \end{aligned}$$



Nilai BEP untuk Pabrik Aluminium Sulfat berada diantara nilai 30-60% sehin nilai BEP diatas memadai.

Untuk produksi tahun pertama kapasitas 75% dari kapasitas yang
yang sesungguhnya, sehingga keuntungan adalah :

$$\frac{PBi}{PB} = \frac{100 - BEP}{100 - BEP} - \frac{100 - \% \text{ kapasitas}}{100 - BEP}$$

Dimana :

PBi = keuntungan pada % kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

% kap = % kapasitas yang tercapai

$$\frac{PBi}{50.199.619.722} = \frac{100\% - 45,6\%}{100\% - 45,6\%} - \frac{100\% - 75\%}{100\% - 45,6\%}$$

$$PBi = Rp. 27.122.185.814,62$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun pertama :

$$\begin{aligned} C_A &= \text{Laba bersih tahun pertama} + \text{Depresiasi alat} \\ &= Rp. 27.122.185.815 + Rp. 13.095.732.433,62 \\ &= Rp. 40.217.918.248 \end{aligned}$$

Untuk produksi tahun kedua kapasitas kapasitas pabrik 100% dari

Kapasitas yang sesungguhnya, sehingga keuntungan adalah :

$$\frac{PBi}{PB} = \frac{100 - BEP}{100 - BEP} - \frac{100 - \% \text{ kapasitas}}{100 - BEP}$$

Dimana :

PBi = keuntungan pada % kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

% kap = % kapasitas yang tercapai

$$\frac{PBi}{50.199.619.722} = \frac{100\% - 46\%}{100\% - 46\%} \times \frac{100\% - 100\%}{100\% - 100\%}$$

PBi = Rp. 50.199.619.721,93

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun kedua adalah :

$$\begin{aligned} C_A &= \text{Laba bersih tahun pertama} + \text{Depresiasi alat} \\ &= \text{Rp. } 50.199.619.721,93 + \text{Rp. } 13.095.732.433,62 \\ &= \text{Rp. } 63.295.352.156 \end{aligned}$$

5. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimal pabrik masih boleh beroperasi.

$$\begin{aligned} \text{SDP} &= \frac{0,3 \text{ SVC}}{S - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\% \\ &= 14,3558\% \end{aligned}$$

Titik Shut Down Point terjadi pada kapasitas

$$\begin{aligned} &= 14,3558\% \times 60000 \text{ Ton/tahun} \\ &= 8613,48 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

6. Net Present Value (NPV)

Metode ini digunakan untuk menghitung selisih dari nilai penerimaan kas bersih sekarang dengan investasi sekarang.

Menurut Undang-undang perpajakan No. 27 tahun 2008 tentang pajak penghasilan, ditetapkan bunga bank sebesar = 15% (www.bpkp.go.id)

Langkah-langkah menghitung NPV :

a. Menghitung C_{A0} tahun ke 0 untuk masa konstruksi 2 tahun

$$\begin{aligned} C_{A-2} &= 40\% \times FCI \times \left| 1 + i \right|^2 \\ &= 40\% \times \text{Rp. } 130.957.324.336 \times \left| 1 + 15\% \right. \\ &= \text{Rp. } 69.276.424.573,82 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{A-1} &= 60\% \times FCI \times \left| 1 + i \right|^2 \\ &= 60\% \times \text{Rp. } 130.957.324.336 \times \left| 1 + 15\% \right. \\ &= \text{Rp. } 90.360.553.791,94 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{A0} &= - \left| C_{A-1} + C_{A-2} \right| \\ &= - \left| \text{Rp. } 90360553791,94 + \text{Rp. } 69276424573,82 \right. \\ &= \text{Rp. } -159.636.978.365,77 \end{aligned}$$

b. Menghitung NPV tiap tahun

$$NPV = C_A \times Fd$$

Dimana :

C_A = Cash Flow setelah pajak

$$Fd = \text{faktor diskon} = \frac{1}{\left| 1 + i \right|^n}$$

n = tahun ke-n

i = tingkat suku bunga bank

Tabel E.5 Cash flow untuk NPV selama 10 tahun

Tahun	Cash Flow	Fd	PV
	(Rp.)	(I = 0,20)	(Rp.)
0	-159.636.978.365,77	1,0000	-159636978365,77
1	40.217.918.248,24	0,8696	34.972.102.824,56
2	63.295.352.155,55	0,7561	47.860.379.701,74
3	90.517.702.581,15	0,6575	59.516.858.769,55
4	108.621.243.097,38	0,5718	62.104.548.281,27
5	130.345.491.716,85	0,4972	64.804.746.032,63
6	156.414.590.060,22	0,4323	67.622.343.686,23
7	187.697.508.072,27	0,3759	70.562.445.585,63
8	225.237.009.686,72	0,3269	73.630.378.002,39
9	270.284.411.624,06	0,2843	76.831.698.785,11
10	324.341.293.948,88	0,2472	80.172.207.427,94
WCI	19.643.598.650,42	0,2472	4.855.597.159,58
Jumlah			483.296.327.890,87

Karena NPV = (+) maka pabrik layak untuk didirikan

7. Internal Rate Of Return (IRR)

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \times (i_2 - i_1)$$

Dimana : i_1 = bunga pinjaman ke-1 yang ditrial 12%

i_2 = bunga pinjaman ke-2 yang ditrial 15%

Tahun	Cash Flow/CA (Rp)	Fd i=0,20	PV ₁	Fd i=0,45	PV ₂
0	-1,59637E+11	1	-1,59637E+11	1	-159636978366
1	40217918248	0,8929	35908855579	0,8696	34972102825
2	63295352156	0,7972	50458667216	0,7561	47860379702
3	90517702581	0,7118	64428712775	0,6575	59516858770
4	1,08621E+11	0,6355	69030763687	0,5718	62104548281
5	1,30345E+11	0,5674	73961532522	0,4972	64804746033
6	1,56415E+11	0,5066	79244499131	0,4323	67622343686
7	1,87698E+11	0,4523	84904820497	0,3759	70562445586
8	2,25237E+11	0,4039	90969450533	0,3269	73630378002
9	2,70284E+11	0,3606	97467268428	0,2843	76831698785
10	3,24341E+11	0,322	1,04429E+11	0,2472	80172207428
WCI	19643598650	0,322	6324713036	0,2472	4855597160
Jumlah			5,97492E+11		483296327891

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \times (i_2 - i_1)$$

$$\begin{aligned} &= 12\% + \frac{597491521210}{5,97492E+11 - 4,83296E+11} \times (15\% - 12\%) \\ &= 27,70\% \quad \checkmark \end{aligned}$$

Karena harga IRR lebih besar dari bunga bank (15 %), maka pabrik

Aluminium sulfat ini layak didirikan.

BAB XII

KESIMPULAN

Pra Rencana Pabrik Aluminium Sulfat dari bauksit dengan proses Dorr diharapkan dapat mencapai hasil produksi yang maksimal sesuai dengan tujuan, sehingga dapat memenuhi kebutuhan masyarakat dalam negeri.

Dari hasil analisis yang dilakukan, Pra Rencana Pabrik Aluminium Sulfat ini layak untuk didirikan dengan memperhatikan beberapa aspek berikut :

12.1. Segi Teknik

Bila ditinjau dari segi teknik, proses pembuatan Aluminium Sulfat dari bauksit ini cukup menguntungkan karena hasil yang didapatkan mempunyai kemurnian 96% sehingga Aluminium sulfat mempunyai kualitas yang cukup baik.

12.2. Segi Sosial

Pendirian pabrik ini dinilai dari segi sosial karena dapat menciptakan lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat, dapat meningkatkan pendapatan perkapita daerah dan meningkatkan devisa negara.

12.3. Segi Lokasi

Penempatan pabrik Aluminium Sulfat di Pulau Bintan, Kepulauan Riau dinilai cukup menguntungkan dari segi lokasi, karena :

- Dekat dengan bahan baku (bauksit)
- Dekat dengan daerah pemasaran
- Persediaan air yang memadai
- Tenaga kerja yang cukup tersedia

BAB XII

KESIMPULAN

Pra Rencana Pabrik Aluminium Sulfit dari bauksit dengan proses Dow diharapkan dapat mencapai hasil produksi yang maksimal sesuai dengan tujuan, sehingga dapat memenuhi kebutuhan masyarakat dalam negeri.

Dari hasil analisis yang dilakukan Pra Rencana Pabrik Aluminium Sulfit ini tidak untuk ditirikan dengan memperhatikan beberapa aspek berikut :

12.1. Segi Teknik

Bila ditinjau dari segi teknik, proses pembuatan Aluminium Sulfit dari bauksit ini cukup menggunakan sarana hasil yang didapatkan mempunyai kandungan 90% sehingga Aluminium sulfit mempunyai kualitas yang cukup baik.

12.2. Segi Sosial

Pendirian pabrik ini dinilai dari segi sosial karena dapat menciptakan lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat dapat meningkatkan pendapatan keluarga daerah dan meningkatkan devisa negara.

12.3. Segi Lokasi

Pemilihan lokasi pabrik Aluminium Sulfit di Pulau Bintan Kepulauan Riau

dinilai cukup menguntungkan dari segi lokasi, karena :

- Dekat dengan bahan baku (bauksit)
- Dekat dengan daerah pemasaran
- Persediaan air yang memadai
- Tenaga kerja yang cukup tersedia

- Persediaan listrik dan bahan bakar yang memadai

12.4. Segi Ekonomi

Analisa ekonomi sangat diperlukan untuk mengetahui layak dan tidaknya pabrik itu didirikan, baik dalam jangka waktu pendek maupun jangka panjang. Setelah dilakukan perhitungan analisa ekonomi terhadap Pra Rencana Pabrik Aluminium Sulfat dari bauksit, diperoleh hasil sebagai berikut :

- BEP : 51,2625%
- POT : 2,480 tahun
- ROI_{BT} : 43,3070%
- ROI_{AT} : 30,3149%
- IRR : 27,38% > dari bunga bank sebesar 15%, Sehingga Pabrik Aluminium Sulfat layak didirikan.